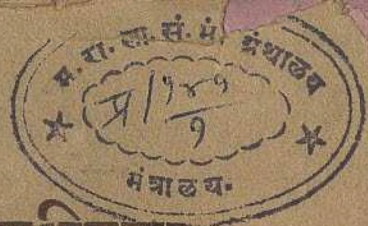


कॉंक्रीटची नियम पुस्तिका

"CONCRETE MANUAL"

(by the United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Washinagton)

या पुस्तकाचा अनुवाद

अनुवादक

श्री वि. ह. केळकर



महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृती मंडळ,
मुंबई

मुल्य ३८ रूपये

कॉंक्रीटची नियम पुस्तिका

" CONCRETE MANUAL "

(by the United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Washinagton)

या पुस्तकाचा अनुवाद

अनुवादक
श्री. वि. ह. केळकर

मुल्य ३८ रूपये

महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृती मंडळ,
मुंबई

प्रकाशक :

(C) सचिव, महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृती मंडळ,
मंत्रालय, मुंबई ४०० ०३२

●

इंग्रजी आवृत्तीचे प्रकाशक :
M/s. Oxford BH Puldishing Co.,
66 Janapath, New Delhi-1.

●

मुद्रक :
श्री. चिं. म. महाबळ
प्रभा प्रेस, (प्रिंटर्स)
६५६, ' गणेश प्रसाद ' गणपती पेठ,
सांगली ४१६ ४१६

निवेदन

महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृती मंडळातर्फे श्री. वि. ह. केळकर यांनी भाषांतरित केलेला " काँक्रिटची नियम पुस्तिका " हा ग्रंथ वाचकांच्या हाती सोपविण्यास मंडळाला आनंद होत आहे.

सुरेंद्र बारलिंगे
अध्यक्ष,
महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृती मंडळ.
मुंबई

मुंबई
दिनांक २ सप्टेंबर, १९८२

प्रस्तावना

कॉंक्रीटची नियम पुस्तिका ह्या इंग्रजीतील "कॉंक्रीट मॅन्यूअल" या पुस्तकाचें मराठी भाषान्तर करताना मला आनंद होत आहे. यापुर्वी मी " इंजिनिअरिंग फॉरस डॅम्स" ह्या इंग्रजी पुस्तकाच्या तीन खंडांचे भाषान्तर केले आहे व ते महाराष्ट्र शासनाच्या " साहित्य संस्कृति मंडळातर्फे " प्रसिद्ध होण्याच्या मार्गावर आहे, हे दुसरे पुस्तकही साहित्य संस्कृति मंडळा तर्फेच भाषान्तरित करण्याचे काम मी हाती घेतले आहे.

" कॉंक्रीटच्या नियम पुस्तिकेचे " मूळ प्रकाशन इंग्रजीमध्ये युनायटेड स्टेटस् डिपार्टमेंट ऑफ दि इंटिरिअर, ब्युरो ऑफ रेक्लमेशन या संस्थेतर्फे प्रथम सन १९३६ मध्ये एक तात्पुरती आवृत्ती म्हणून प्रसिद्ध झाले व त्यानंतर आतापर्यन्त त्या प्रकाशनाच्या ६ आवृत्त्या प्रसिद्ध झाल्या आहेत. त्याचे महत्त्व व लोकप्रियता इतकी आहे की संपूर्ण जगात त्यास मान्यता प्राप्त झाली आहे. स्पॅनिश, इटालियन आणि जपानी भाषेत त्याची भाषान्तरे प्रसिद्ध झाली आहेत. भारतात मराठीतून भाषान्तर करण्याचा हा पहिलाच उपक्रम आहे असे मला वाटते व साहित्य सस्कृति मंडळाने हा मान मिळवण्याची संधी मला दिली याबद्दल मंडळाचे आभार मानावे तेवढे थोडेच आहेत.

पूर्वीचे बांधकामाचे साहित्य, उ. लाकूड, चुना वगैरे, दुर्मिळ होत चालले आहे. ह्या प्रकारचे काम करणारे कुशल कामगारही जरूर त्याप्रमाणात उपलब्ध होत नाहीत. कामाची गती व प्रमाणही फार मोठ्याप्रमाणात वाढत आहे व ही वाढती मागणी वेळेवर तसेच खात्रीलायक दर्जाची अशी पुरी करण्यास आज शिल्पशास्त्रज्ञ व अभियंत्यांना कॉंक्रीटशिवाय दुसरा तरणोपाय उरलेला नाही. यामुळे कॉंक्रीटचा वापर नुसता शहरातच नव्हे तर खेडोपाडीसुद्धा सर्रास होऊ लागला आहे. तसेच तो वापर केवळ शासकीय कामापुरताच मर्यादित राहिला नसून खाजगी क्षेत्रातही तो सर्वतोपरी होऊ लागला आहे. ही सुधारणा व प्रगती जशी संतोषजनक आहे तसेच ह्याप्रकारचे बांधकाम करताना तांत्रिकी पथ्ये कसोशीने पाळावी लागतात हेही तितकेच सत्य आहे. नाहीतर जिवित हानि होते आणि मालमत्तेस जबर धोका उत्पन्न होतो. आपण वृत्तपत्रातून कॉंक्रीटची कामे पडल्याचे तसेच जीवित हानीही झाल्याचे वाचतो. दुर्दैवाचा भाग हा आहे की ही पथ्ये सुस्पष्ट आहेत व सहज पाळता येण्यासारखी असूनही ती, काहीवेळा अज्ञानामुळे व काहीवेळा निष्काळजीपणामुळे, पाळली जात नाहीत निष्काळजीपणास जबर शासन हाच मार्ग आहे पण अज्ञानाची उणीव योग्य प्रकारचे शिक्षण देऊन व संदर्भ ग्रंथ प्रकाशित करून दूर करता येणे सहज शक्य आहे. मराठीतून ह्या महत्त्वाच्या पुस्तिकेचे भाषान्तर करण्यात हे अज्ञान दूर व्हावे हाच हेतू आहे.

कॉंक्रीटचे शास्त्र हे एक अभियांत्रिकीशास्त्राचे महत्त्वपूर्ण अंग असल्याने त्यावरील पुस्तक लिहिताना अगर अशा पुस्तकाचे अन्य भाषेत भाषान्तर करताना योग्य व सयुक्तिक असे पर्यायी शब्द वापरावे लागतील. या मराठी भाषान्तरापुरते बोलावयाचे झाल्यास ज्या ठिकाणी इंग्रजीतले शब्द, जे मराठीत बरेचसे रूढ झाले आहेत ते तसेच वापरले आहेत. उदाहणार्थ इंजन, बोल्ट, पंप इत्यादी. अन्य शब्दांसाठी पर्यायी मराठी शब्द वापर ताना शक्य तो ते सुटसुटीत राहतील असा प्रयत्न केला आहे.उदाहरणार्थ मोटार या अर्थी चलीत्र व जनरेटर या अर्थी जनित्र असे शद्ब वापरले आहेत. काही तांत्रिकी शद्बांना आपल्याकडे पर्यायी शद्ब रूढ आहेत. उदा. वेस्ट वियर याअर्थी सांडवा व ते सर्रास उपयोगात आणले आहेत. पर्यायी शद्बांचे बाबतीत साहित्य संस्कृति मंडळाने आपल्या मराठी विश्वकोशाच्या १८ व्या खंडातील प्रस्तावनेत जे धोरण विशद केले आहे त्याचे शक्य तो पालन करण्याचा प्रयत्न मी केला आहे.

असे परिभाषिक शद्ब मराटीत घेताना ज्या शद्बकोशांचा मला अतिशय उपयोग झाला त्यांचा गौरवपूर्वक उल्लेख करणे माझे कर्तव्य आहे असे मीं समजतो. ते खालील-प्रमाणे आहेत.

१) मराठी विश्वकोश खंड १८ वा (परिभाषा संग्रह)

२) पारिभाषिक शद्बसंग्रह - Central Hindi Directorate, Ministry of Education, Government of India.

३) वैज्ञानिक पारिभाषिक संज्ञा - डॉं. गो. रा. परांजपे

४) स्थापत्य - शिल्प-कोश – रा. वि. मराठे

५) यांत्रिक इंजनेरी. अने जलशास्त्र तथा जलयंत्रनी परिभाषा ......
गुजरात युनिव्हर्सिटी

६) इंजिनिअरी शद्बावली - मृदा यांत्रिकी – शिक्षा मंत्रालय, भारत सरकार

७) इंजीनिअरी शद्बावली- वैद्युत् इंजिनिअरी- शिक्षा मंत्रालय, भारत सरकार

८) शासन व्यवहार कोश – महाराष्ट्र शासन

या पुस्तकातील पारिभाषिक शद्बांचा वापर व हे मी केलेले मराठी भाषातन्र संरचन क्षेत्रातील खाजगी, शासकीय व अन्य संस्थातील कॉंक्रीटचा वापर करणाऱ्या सर्वांना उपयुक्त होवो व होणारे धोके त्यामुळे टळोत एवढीच उत्कट इच्छा !

हे भाषान्तर तज्ञांनी अत्यंत काळजीपूर्वक व सहानुभूतीने तपासून ज्या बहुमोल सूचना केल्या त्याबद्दल मी त्यांचा ऋणी आहे. तसेच साहित्य संस्कृति मंडळाचे अध्यक्ष तर्कतीर्थ डॉ. लक्ष्मण शास्त्री जोशी यांनी दिलेली ही संधी व प्रोत्साहनाबद्दल त्यांचा व मंडळाचा मी ऋणी आहे. या पुस्तकाच्या छपाईचे काम त्यातील ठशांच्यासह काळजीने आणि सुबक करून दिल्याबद्दल प्रभा प्रेसचा गौरवपूर्वक उल्लेख करणे उचित आहे असे उल्लेख मी समजतो. हे भाषान्तर करण्यास अमेरिकन ब्युरो ऑफ रेक्लमेशनतर्फे परवानगी मिळाली म्हणून हे शक्य झाले. त्यांचे उपकार मानावे तेवढे थोडेच !

वि. ह. केळकर
सेवा निवृत्त अभियंता व सहसचिव
महाराष्ट्र सरकार

मु. सांगली
दि. १५ जानेवारी १९८१



अंतर्विभाग कार्यालय

इ. स. १८४९ मध्ये कायदे मंडळाने केलेल्या कायद्यान्वये अमेरिकेतील नैसर्गिक साधनांचा उपयोग, राखण आणि समंजस विकास करण्याच्या संबंधित अनेक भिन्न भिन्न कार्यक्रमांची जबाबदारी अंतर्विभाग कार्यालयावर पडते. यास्तव या कार्यालयास अनेकवेळा नैसर्गिक साधन संपत्ती कार्यालय (डिपार्टमेंट ऑफ नॅचरल रिसोर्सेस) असे संबोधण्यात येते.

अनेक कार्यालये आणि शासकीय संस्थांच्या करवी संघराज्याच्या मालकीच्या लाखो एकर जमिनीचा वापर आणि देखभाल करण्याची जबाबदारी या कार्यालयावर आहे. अतिरिक्त जमिनीच्या बऱ्याच मोठ्या क्षेत्रातील खाणींची व्यवस्था आणि त्या भाड्याने देण्याचे कार्य हे कार्यालय करते. पश्चिमेकडील पुन:प्रस्थापित जमिनीच्या जलसिंचाईची व महान जलविद्युत योजनांची व्यवस्था या कार्यालयाकडून करण्यात येते. संघराज्याच्या जंगलातील जमिनीवरील गुरचरण व्यवस्था व वनशास्त्रीय कार्यक्रम हे कार्यालय तयार करते; व मत्स्य आणि वन्य पशूंचे संरक्षण व राष्ट्रीय पातळीवर होणाऱ्या मैदानी करमणुकीच्या साधनांचा विकास याची तरतूद या कार्यालयातून होते. शेकडो महत्वाच्या रम्य दृश्यांचा ऐतिहासिक आणि बगीच्यांच्या क्षेत्राचे संरक्षण करणे, भूशास्त्रीय संशोधन आणि सर्वेक्षणाचे आयोजन करणे, खनिज पदार्थांच्या समन्वेषणास उत्तेजन देणे आणि खनिज संशोधनाची कार्ये करणे, खाणीतील सुरक्षा संबंधी व्यवस्था करण्यास उत्तेजन देण, खाऱ्या पाण्यासंबंधी संशोधन करणे ही कार्ये या कार्यालयामधून करण्यात येतात. तेल आयातीतीलच्या कार्यक्रमाची आखणी, हेलियम यंत्रणा आणि आलास्कातील आगगाड्या चालविणे तसेच युनायटेड स्टेट्सच्या परदेशातील असंख्य लोकांचे स्वास्थ राखणे याविषयी ही संस्था जबाबदार आहे आणि अतिरिक्त हजारो इंडियन, अल्यूट आणि एस्कीमोंच्या सुरक्षेचे विश्वस्त म्हणून या संस्थेस कार्य करावे लागते. इडियनांच्या मालकीच्या लाखो एकर जमिनीतील साधनांची व्यवस्था पाहण्याचे कार्यही ही संस्था करते.

नैसर्गिक साधन संपत्तीविषयीची राष्ट्राची एक प्रमुख संस्था म्हणून सोपविलेल्या कार्यात आपली अपचयी सामग्री टिकवण्याची तसेच नवीनीकरण करता येणाऱ्या सामुग्रीचा अनुकूलतम लाभ होईल असा वापर करण्याचो आणि सर्व साधनसामुग्रीपासुन आता आणि भविष्यकाळी खात्रीलायक प्रगती, उत्कर्ष आणि सुरक्षितता प्राप्त होईल याची विशेष जबाबदारी या कार्यालयावर आहे,



सातव्या आवृत्तीची प्रस्तावना

कॉंक्रीटच्या नियमपुस्तिकेचे प्रयोगात्मक आवृत्ती म्हणून प्रथम सन १९५६ मध्ये ही पुस्तिका प्रकाशित झाली. त्यानंतर तिच्या सहा आवृत्या प्रसिद्ध झाल्या. या प्रत्येक आवृतीत सिमेंट आणि कॉंक्रीटच्या शास्त्रात मध्यंतरिच्या काळात झालेली अनेकविध प्रगती दिग्दर्शित करण्यात आली. १९५५ साली सहावी आवृत्ती प्रकाशित झाल्यानंतर संशोधन आणि विकासाच्या कामी केलेल्या सतत प्रयत्नातून नवीन कार्यपद्धती, द्रव्ये आणि साधने, दृष्टोत्पतीस आली आणि ती अर्थपूर्ण महत्त्वाची होती. या प्रगतीचे दिग्दर्शन व्हावे म्हणून कॉंक्रीटच्या नियमपुस्तिकेची सातवी आवृत्ती आता प्रसिद्ध करण्यात येत आहे.

या नियम पुस्तिकेत, पूर्वप्रतिबलित कॉंकीट विषयीची माहिती प्रथमच देण्यात येत आहे. अवजड माध्यमांच्या पृथःकरणाने मिलाव्याचे परिष्करण प्रत्यास्थि प्रमाजन आणि भाग धरून ठेविण्याच्या साधनांनी द्रवचलित (जिगिंग) व घर्षणाच्या सहाय्याने वाळूचे परिष्करण करणे यासंबंधी या आवृत्तीत उहापोह केला आहे. तसेच कमाल आकाराच्या मिलाव्याच्या परिणामाचे पुन: परीक्षण ओघाने करण्यात आले आहे; आणि अद्यावत महत्त्वपूर्ण निष्कर्ष तीत समाविष्ट करण्यात आले आहेत. पाणी कमी लागणाऱ्या व मुरवण क्रियेचा वेग कमी करणाऱ्या मिश्रणांचा वापर कधी कधी लाभदायक होतो. त्यांचा उप-योग व वापर आणि त्याकरता घेण्यात येणारी सावधगिरी या संबंधीच्या विचारधारणांचेही या आवृत्तीत विवेचन केले आहे. उष्मी दाब पक्व प्लॅस्टिक, विशेषत: इपॉक्सी रेझीनमध्ये फार अष्टपैलूपणा असतो. त्यांचा कॉंक्रीटमधील बंध म्हणून आणि किरकोळ दुरुस्त्यात होणाऱ्या वापराची माहिती दिली आहे.

चुन्याच्या अस्तराचा वापर आणि पोलादी नळ्यावरील आवरण या संबंधीची माहिती देताना, पोझोलान स्वीकृत करताना घेण्याच्या चाचणी पद्धति, रासायनिक मिश्रणाच्या मूल्यांकन चाचण्या, मिलाव्यातील हलक्या वजनाच्या कणासंबंधीची चाचणी, कॉंक्रीटच्या बांधकामाच्या घटकांकरता करण्यात येणारी सापेक्ष आर्द्रता चाचणी यांचा चाचणी अभिधान म्हणून प्रथमच समावेश या आवृत्तीत केला आहे. कॉंक्रीटचे नळ तयार करणे आणि त्यांची तपासणी या संबंधीचा विभाग विनिर्देशातील बदल दिसुन येण्याकरता विस्तारित केला आहे. संरचनांच्या जागेवरील परीक्षासंबंधीच्या बाबीचा निरीक्षकांना उपयोग होईल अशी एक तपासणी सूची या पुस्तिकेत समाविष्ट केली आहे.

कॉंक्रीटच्या नियम पुस्तिकेच्या पूर्वीच्या सहा आवृत्त्यांच्या ८० हजार प्रती वाटण्यात आल्या यावरून या पुस्तिकेची लोकप्रियता दिसून येईल. या पुस्तिकेचा जगभर वापर होत आहे आणि स्पॅनिश, इटालियन व जपानी भाषात तिची भाषान्तरे करण्यात आली आहेत.

या नियमपुस्तिकेत दिलेली क्रियापद्धती आणि सूचना या विनिर्देशित गरजापासून काही बाबतीत भिन्न असल्याचे काहीवेळा आढळून येईल. अशावेळी विनिर्देशनांना प्राधान्य द्यावयाचे असते हे लक्षात ठेवावे. या नियमपुस्तिकेत दिलेल्या काही पद्धति प्रत्यक्ष विनिर्देशनाच्या स्वरूपात दिल्या आहेत, अशा ठिकाणी अशा निर्देशित पद्धतींना विनिर्देशनाचे पूर्ण स्वरूप प्राप्त होते असे दिसून येईल. या नियमपुस्तिकेतील काही भागात मोहोर करण्याकरता लागणारी मिश्रणे आणि कॉंक्रीटची दुरूस्ती आणि परिशिष्ठातील अनेक पद अभिधानांसंबंधी माहिती दिली आहे. तसेच पुनःप्रापण कार्यालयातील प्रत्येक नोकर त्याच्या वरच्या अधिकाऱ्याला जबाबदार असतो आणि ज्या पद्धतीबद्दल अशा कनिष्ठ नोकराला काही शंका वाटतात त्याबद्दल त्याने वरिष्ठांकडून सल्ला घ्यावयाचा असतो हे या ठिकाणी स्पष्टपणे नमूद करण्यात आले आहे.

१९३६ साली या नियम पुस्तिकेच्या प्रयोगात्मक तयार केलेल्या आवृतीसकट सब आवृत्त्या गत वर्षातील अनेक व्यक्तींच्या प्रयत्नांचे फल आहे. त्यांनी केलेल्या अपूर्व भरीची जाणीव आणि नोंद घेतली पाहिजे, कारण त्यांच्या प्रयत्नांशिवाय ही सातवी आवृती तयार होवू शकली नसती.

संशोधन विभागाच्या कॉंक्रीट आणि संरचना शाखेतील स्थपतींनी, बी पी. बेलपोर्टचा मुख्य अभियंता, मुख्य संशोधन शास्त्रज्ञ जी. ई. बर्नेट आणि त्यांच्या आधीचे अधिकारी यांच्या निर्देशनाखाली, ही आवृत्ती तयार करण्यात आली. कॉंक्रीट आणि संरचना शाखेचे प्रमुख इ. सी. हिगिन्सन यांच्या प्रत्यक्ष मार्गदर्शनाखाली ए. बी. क्रॉस्बी यानी बरेचसे लिखाण केले आहे. कॉंक्रीट आणि संरचना शाखेतील जे. ई. बॅक्स्ट्रॉम इ. एल. ओर, एन. एफ. लार्किन्स्, एल्. जे मिचेल, ई. एम् हार्बो, आर. जे. एल्फर्ट आणि जी. बी. वॉलेस यांनी याकामी बऱ्याच प्रमाणात मदत केली आहे. रसायन अभियांत्रिकी शाखेतील पी. डब्ल्यू. लेविस यांचीही भरीव मदत झाली आहे. ह्या अभियंत्यांनी व तसेच अन्य अभियंत्यांनी व तंत्रज्ञांनी निरनिराळ्या मार्गाने या प्रकाशनाला जी मदत केली त्यांचे ऋण मान्य केले पाहिजे. प्रसिद्धीकरणापूर्वी केलेले अंतिम पुनर्विलोकन आणि तयारी, तांत्रिकी माहिती शाखेच्या नियम-पुस्तिका आणि तांत्रिक अहवाल विभागाचे प्रमुख इ. एच्. लार्सन यांनी केली आहे.



एक समर्पक सवाल

पहिल्या दर्जाचे काम करता यावे म्हणून आवश्यक असणाऱ्या उपाय योजनांचे विवरण एखाद्या कॉंक्रीटच्या नियमपुस्तिकेत संपूर्णपणे केलेले असले आणि ते कितीही परीपूर्ण असले तरीही उत्तम प्रतीचे कॉंक्रीट बनविणे केवळ तेवढ्यानेच साध्य होणार नाही. ही गोष्ट १९२९ मध्ये प्रकाशित केलेल्या " बेसिक प्रिन्सीपल्स ऑफ कॉंक्रीट मेकिंग " या ग्रंथाच्या अखेरीस, हूवर धरणावरील कॉंक्रीट मंडळाचे सदस्य फ्रँक्लीन आर मॅक्मिलन यानी मान्य केली आहे. ते म्हणतात :

" ..... आणखी एक गरज शिल्लक राहते. अधिकारावर असलेल्या कोणातरी एका व्यक्तीला ही जाणीव असावी लागते की चांगल्या प्रतीचे एकसारख्या दर्जाचे कॉंक्रीट तयार करण्याच्या सर्व टप्प्यांतील तपशीलाबाबत बुद्धियुक्त प्रयत्न व प्रामाणिकपणाची गरज आहे. योग्य प्रकारची द्रव्ये वापरली पाहिजेत, सुयोग्य व अभिकल्पन केले पाहिजे, संयुक्तिक मिश्रण आणि वाहतूक, यासंबंधी आणि कॉंक्रीट टाकताना व त्याच्या संरक्षणाच्या वेळी विशेष काळजी घेतली पाहिजे. इच्छित परिणाम प्राप्त करण्याकरता वरील तपशीलांची काळजी घेण्याकरता कोणातरी एका लायक माणसाला जबाबदार धरले पाहिजे, व त्याच्यावर अशी जबादारी टाकल्यावर त्याला जरूर ते अधिकार दिले पाहिजेत, या सर्व गोष्टींची जाणीव झाली पाहिजे.

" अंतिम अधिकार असलेल्या व्यक्तींना योग्य प्रकारचे कॉंक्रीट मिळावे अशी इच्छा असते, पण पुष्कळदा जरूर ते अधिकार सुपुर्त करण्यात आणि परिणामांची जबाबदारी निर्धारित करण्यात उणीव असल्यामुळे हे इच्छित साध्य होऊ शकत नाही. एखाद्या बांधकामावरील निरीक्षक अधिकाऱ्याला त्या कामावरील अभियंत्यांच्या शिफारशीमुळे कामाच्या प्रगतीस अडथळा येत आहे आणि खर्च वाढत आहे असे वाटते, तेव्हा तो अशा शिफारसीकडे दुर्लक्ष करतो: हे अनेकवेळा दिसून येते. अशा परिस्थितीत जर, प्राथमिक खर्चास प्राधान्य दिले आणि गुणवत्ता गौण ठरविली तर टिकाऊ बांधकामाची अपेक्षा करता येणार नाही.

" एकसारख्या दर्जाचे कॉंक्रीट तयार करण्याकरता योग्य दिशेने प्रयत्न करण्याची आवश्यकता असल्यामुळे खर्चात वाढ होणे अपरिहार्य असते असे मुळीच समजू नये. अलिकडच्या काळातील अशी कितीतरी उदाहरणे दाखविता येतील की कॉंक्रीटच्या कामात काटेकोरपणे नियंत्रण ठेवल्यामुळे आवश्यक दर्जाचे कॉंक्रीट मिळू शकले.एवढेच नव्हे तर काटकसरीमुळे अनिश्चित अगर असमाधानकारक फल निष्पत्ती होते, असा पूर्वअनुभव असताना तुलनेने प्राथमिक खर्चात निश्चितपणे बचत झाल्याचे दिसून आले. निश्चित दर्जाचे कॉंक्रीट मिळवण्याकरता जरी प्राथमिक खर्च वाढला तरी अंतिम खर्च, ज्यात देखभाल आणि दुरुस्तीचा खर्च समाविष्ट असतो, तो बऱ्याच प्रमाणात कमी होतो. "



अनुक्रमाणिका

विभाग		(मराठी पान)
	सातव्या आवृत्तीची प्रस्तावना (vii)	
	एक समर्पक सवाल (ix)	
	प्रकरण १ ले – कॉंक्रीट आणि कॉंक्रीटमधील द्रव्ये	
अ)	प्रस्तावना	
१	कॉंक्रीटची व्याख्या	१
२	कॉंक्रीटमधील प्रगती	१
३	चांगलें कॉंक्रीट तयार करणे	२
आ)	कॉंक्रीटचे महत्त्वाचे गुणधर्म	
४	सामान्य विचार	३
५	सुकार्यता	३
६	टिकाऊपणा	७
अ)	अपक्षयाची प्रतिकार प्रतिरोधकता	७
आ)	रासायनिक खराबीचा प्रतिकार	७
इ)	क्षरणाचा प्रतिकार	१२
७	जलाभेद्यता	१४
८	आयतन परिवर्तन	१५
९	शक्ति	१९
१०	प्रत्यास्थता	२५
११	सरपण आणि विस्तरणीयता	२७
अ)	अ-सर्पण आ) विस्तरणीयता	३१
१२	औष्णिक गुणधर्म	३२
१३	वजन	३३
इ)	**निरनिराळ्या घटकांच्या कॉंक्रीटच्या गुणधर्मांवरील परिणाम**	
१४	धारित वायु अंश, सिमेंट अंश आणि जलांश.	३३
अ)	सुकार्यतेवरील परिणाम	३३
आ)	टिकाऊपणावरील परिणाम	३४
इ)	प्रवेश्यतेवरील परिणाम	३६
ई)	आयतन परिवर्तनावरील परिणाम	३८
उ)	शक्तीवरील परिणाम	३९

ऊ)	प्रत्यास्थतेवरील परिणाम	४०
ए)	सर्पण व विस्तरणीयतेवरील परिणाम	४०
ऐ)	औष्णिक गुणधर्मावरील परिणाम	४१
ओ)	एकक वजनावरील परिणाम	४१
१५	पोर्टलंड सिमेंटची रचना आणि सूक्ष्मता	४१
अ)	सिमेंटची संमिश्र रचना	४२
आ)	सिमेंटचे प्रकार	४५
इ)	सिमेंटची सूक्ष्मता	५०
१६	सिमेंटमधील दिखावू पक्वता	५१
१७	पोझोलानांचा वापर	५१
१८	मिलाव्यांचा दर्जा व त्याची प्रतवारी	५३
अ)	दूषित करणारे पदार्थ	५४
आ)	निकोपता	५४
इ)	अपघर्षणा विरुद्ध शक्ति आणि प्रतिरोध	५६
ई)	आयतन परिवर्तन	५६
उ)	कणाचा आकार	५७
ऊ)	विशिष्ट गुरुत्व	५७
ए)	प्रतवारी	५७
१९	मिश्रण आणि मुरवणाकरिता वापरणात येणाऱ्या पाण्याचा दर्जा	६९
२०	संमिश्रणांचा वापर	७०
अ)	त्वरक	७०
आ)	वायुधारक द्रव्ये	७२
इ)	जलघटी आणि पक्वता नियंत्रण करणारी संमिश्रणे	७४
२१	क्षेत्रीय नियंत्रण	७८
२२	कॉंक्रीटमधील उष्णता-निर्मिती आणि चिराळणे यावरील नियंत्रण	८०

प्रकरण २ रे

कॉंक्रीटमधील द्रव्याचे अन्वेषण आणि निवड

अ)	मिलाव्यातील द्रव्यांचे पूर्वेक्षण	
२३	सामान्य चर्चा	८४
२४	नकाशे आणि द्रव्यांची माहिती	८४
२५	मिलाव्याचे आणि त्यांच्या साठ्यांचे भूशास्त्रीय आणि तदनुषंगिक गुणधर्म	८७

अ) साठयांचे प्रकार ८७
आ) खडकांचे वर्गीकरण व वैशिष्ठचे ८९
इ) मिलाव्याची रासायनिक उपयुक्तता ९८
२६ पूर्वेक्षण १००
२७ मिलाव्याच्या भावी स्थानावरील प्राथमिक नमुने घेणे आणि त्यासंबंधी माहितीचे अहवाल तयार करणे १०१
अ) वाळू आणि कंकराचे थर १०२
आ) दगडाच्या भावी खाणी १०३

आ) मिलाव्यातील नैसर्गिक थरांचे समन्वेषण

२८ सामान्य क्रिया पद्धती १०४
२९ समन्वेषी खुदाई १०४
अ) पोलादी वेष्टन असलेल्या परिक्षा सूचिका १०४
आ) अवेष्ठनित परिक्षा सूचिका १०७
इ) परीक्षा गर्ता १०८
ई) चर ११७
३० निक्षेपाच्या आणि परीक्षा सूचिका व परीक्षागर्तांच्या पदसंज्ञा ११९
३१ आवश्यक अहवाल आणि नमुने ११९

इ) डेन्वर येथील द्रव्यांच्या चांचणीच्या सोयी

३२ प्रयोग शाळेतील सोयी १२०

ई) डेन्वर चांचण्या आणि मिलाव्याची निवड

३३ मिलाव्याच्या चांचण्या १२६
३४ क्षेत्रिय आणि प्रयोग शाळेतील आधार सामुग्रीचे विश्लेषण १३१
३५ मिलाव्याची राशी १३०
३६ निवडलेला मिलावा १३३

उ) पोझोलानिक द्रव्यांचे पूर्वेक्षण

३७ पोझोलानांची वर्गवारी १३३
३८ पोझोलानची भूशास्त्रीय निर्मिती १३४
३९ अवश्य असणारे नमुने आणि माहिती १३५

ऊ) पोझोलांनो द्रव्याच्या डेन्वर येथील चांचण्या आणि अन्वेषण

४० पोझोलानी द्रव्याच्या चांचण्या आणि विश्लेषण १३६

ए)	अन्य द्रव्यांची डेन्व येथील अन्वेषणे	
४१	सिमेंटची अन्वेषणे	१३६
४२	संमिश्रणांची आणि मोहोरबंदी मिश्रणांची अन्वेषणे	१३६
४३	पाणी आणि मातीचे नमुने घेणे आणि विश्लेषण	१३७
प्रकरण ३ रे		
	कॉंक्रीटची मिश्रणे	
४४	सामान्य विचार	१३९
४५	प्रमाणांची निवड	१४०
४६	लागणाऱ्या पाण्याचा अंदाज	१४०
४७	लागणाऱ्या सिमेंटचा अंदाज	१४२
४८	लागणाऱ्या मिलाव्याचा अंदाज	१४६
४९	प्रमाणांची संगणने	१४८
अ)	उदाहरण १ ले	१४८
आ)	उदारण २ रे	१४९
५०	क्षेत्रीय वापराकरता वर्गीकृत वजने	१५०
५१	चाचणी मिश्रणाचे समायोजन	१५०
५२	कॉंक्रीट मिश्रणाच्या चाचण्या	१५४
५३	लहान कामावरील मिश्रणे	१५६
प्रकरण ४ थे		
	निरीक्षण, क्षेत्रीय प्रयोगशाळेच्या सुविधा आणि अहवाल	
अ)	निरीक्षण	
५४	कॉंक्रीटवरील नियंत्रण	१५९
५५	प्रशाकीय सूचना	१५९
५६	निरीक्षक	१५९
५७	निरीक्षणाचे दैनिक अहवाल	१६०
५८	निरीक्षण पर्यवेक्षक	१६५
आ)	क्षेत्रीय प्रयोगशाळेच्या सुविधा	
५९	क्षेत्रीय प्रयोगशाळा	१६६
६०	प्रयोगशाळेतील उपकरणांची यादी	१७४
६१	कॉंक्रीटचे नमुने मुरवण्याकरता लागणाऱ्या सोयी	१७४
अ)	पाण्याच्या टाक्या	१७४
आ)	आर्द्र वाळूतील साठा	१७६

इ)	घूकेरी खोल्या	१७६
ई)	अहवाल आणि चाचणीतील आधार सामुग्रीचे मूल्यमापन	
६२	अहवाल	१७८
आ)	वर्णनात्मक विभाग	१७८
६३	चाचणीच्या आधार सामुग्रीचे वर्णन मूल्यमापन	१८०

प्रकरण ५ वे

कॉंक्रीट तयार करणे

अ)	द्रव्ये	१९३
६४	मिलाव्याची निर्मिती आणि नियंत्रण	१९३
६५	वाळू तयार करणे	१९३
६६	वाळू तयार करण्याची आर्द्र क्रियापद्धती	१९६
अ)	सर्पिल वर्गकार	१९७
आ)	पश्चाग्र पंजाचा वर्गकार	१९९
इ)	द्रवचलित वर्गकार	२००
ई)	द्रवचलित पांजणीकार	२०२
उ)	द्रव प्रकिया चाळण्या	२०२
६७	वाळू शुष्क क्रियापद्धती	२०४
६८	भरड मिलाव्याचे उत्पादन व हाताळणी	२०५
६९	चाळणी विश्लेषण	२१४
७०	मिलाव्यातील हानिकारक पदार्थ	२१६
७१	मिलाव्याचे परिष्करण	२१७
अ)	भारी माध्यम पृथक्करण	२१८
आ)	द्रवचलित जिगने जलद धक्के देणे	२२०
इ)	प्रत्यास्थ प्रभाजन	२२१
७२	मिलाव्यातील पृष्ठीय आर्द्रतेवरील नियंत्रण	२२१
७३	विशिष्ट गुरुत्व	२२२
७४	मिलाव्याच्या संकीर्ण चाचण्या	२२२
७५	विकत घेतलेला मिलावा	२२३
७६	सिमेंट	२२४
७७	पाणी	२२६
७८	संमिश्रणे	२२६

आ) कॉंक्रीटच्या मोठाल्या कामाकरता लागणाऱ्या प्रमाणनियंत्रण आणि (अन्य) नियंत्रणांच्या सुविधा.
७९ वजनी विरूद्ध राशी प्रमाण, नियंत्रण २२७
८० प्रमाण नियंत्रक उपकरणे २२७
८१ मापांची तपासणी २३३
८२ लेखाचित्रीय अभिलेखक २४०
इ) सर्वसामान्य कामावरील प्रमाण-नियंत्रणपद्धति आणि सुविधा
८३ केंद्रीय वजनी प्रमाण-नियंत्रण २४४
८४ वजन करण्याची उपकरणे २५०
८५ द्रव पदार्थांचे प्रमाण नियंत्रण २५३
ई) मिश्रण करणे
८६ सामान्य चर्चा २५८
८७ ट्रकवरील मिश्रक आणि आंदोलक २६१
उ) कॉंक्रीटचे गुण नियंत्रण
८८ सामान्य चर्चा २६६
८९ संघनता २७०
९० अवपात २७३
९१ संपीडक शक्ती २७५
९२ वायू अंश आणि एकक वजन २७७
ऊ) कॉंक्रीट तयार करताना उष्ण अगर थंड हवेत घेण्याचे पूर्वोपाय
९३ उष्ण हवेतील पूर्वोपाय २७८
९४ थंड हवेतील पूर्वोपाय २८०
प्रकरण ६ वे
(कॉंक्रीट) हाताळणे, (जागेवर) टाकणे, सफाई, आणि मुरवण
अ) कॉंक्रीट जागेवर टाकण्याची तयारी
९५ पाये २८५
अ) खडक २८५
आ) माती २८५
इ) सच्छिद्र आंतर्नाल्या २८६

९६	संरचन जोड	२८६
९७	फर्मे	२९६
९८	काँक्रीटच्या कामावरील दिनांकांची नोंद करणे	३०३
९९	प्रबलीकरण पोलाद आणि संनिहित भाग	३०५
१००	अंतिम तपासणी	३०८
१०१	मक्तेदाराने करावयाची पूर्व तयारी	३०८
आ)	परिवहन	
१०२	संयमाचा आराखडा आणि पद्धती	३०९
१०३	परिवहन	३१०
अ)	बारड्या	३१०
आ)	गाड्या आणि ट्रक	३१२
इ)	प्रवणिका (Chute)	३१५
ई)	पट्टावाहक	३१५
उ)	वायवीय पद्धति	३१६
ऊ)	पंप करणे	३१७
इ)	(काँक्रीट) टकाणे	
१०४	चुन्याचा थर	३२१
१०५	काँक्रीट टाकण्यासंबंधीची सामान्य चर्चा .	३२१
१०६	भारी काँक्रीट	३३१
१०७	बोगद्याचे अस्तर	३३६
अ)	अस्तर घालण्यापूर्वीची तयारी	३३६
आ)	झिरपणाऱ्या अगर ठिबकणाऱ्या पाण्याचे नियंत्रण	३३७
इ)	बोगद्यातील अस्तरांचे काँक्रीट	३३७
ई)	बोगद्याच्या अस्तरातील काँक्रीट टाकणे	३३८
१०८	एकसंधी सायफन	३४२
१०९	कालव्याचे अस्तर	३४५
अ)	काँक्रीटचे मिश्रण	३४५
आ)	प्रबलीकरण	३४८
इ)	अस्तर घालणे	३४८
ई)	संकुचन जोड	३६०
११०	पूर्वनिर्मित काँक्रीटचा नळ	३६३
अ)	सामान्य चर्चा	३६३
आ)	ओतलेला नळ	३६४
इ)	अपकेंद्रीय पद्धतीने फिरवून तयार केलेला नळ	३६८

ई)	ठोकून तयार केलेला आणि वेष्टक शीर्ष नळ	३७०
उ)	पूर्वप्रतिबलित नळ	३७५
ऊ)	रूळाने संदाबन केलेला ॲस्बेस्टॉस सिमेंटचा नळ	३७६
१११	जागेवर ओतून तयार केलेला कॉंक्रीटचा नळ	३७६
अ)	सामान्य विवरण	३७६
आ)	कॉंक्रीट	३७८
११२	स्पंदक	३७८
११३	पृष्ठभागावरील उणीवा	३८२
११४	प्रबलीकरण शिगांच्याशी आणि संनिहित भागाशी बंध	३८४
११५	फुकट गेलेले कॉंक्रीट	३८५
११६	कॉंक्रीटची कामे बंद ठेवणे	३८५
११७	पाण्याखाली कॉंक्रीट टाकणे	३८६
ई)	**फर्मे काढणे आणि सफाई करणे**	
११८	फर्मे काढून घेणे	३८६
११९	कॉंक्रीटची दुरूस्ती	३८८
१२०	रचित पृष्ठभागांचे प्रकार आणि उपचार	३८८
अ)	सफाई F_1	३९०
आ)	सफाई F_2	३९०
इ)	सफाई F_3	३९०
ई)	सफाई F_4	३९१
उ)	सफाई F_5	३९१
ऊ)	विशेष प्रकारची दगडी सफाई	३९१
ए)	पोत्याने घासून केलेली सफाई	३९३
ऐ)	वालुका विक्षेपण सफाई	३९४
ओ)	निर्वात पद्धतीने केलेली सफाई	३९४
औ)	रचित पृष्ठभागावरील डाग काढून टाकणे	३९४
१२१	अरचित पृष्ठभागाची सफाई	३९५
अ)	सफाई u_1	३९५
आ)	सफाई u_2	३९६
इ)	सफाट u_3	३९६
ई)	सफाई u_4	३९७
उ)	केसासारख्या चिरा घडू न देणे	३९७
१२२	उच्च गति प्रवाहाशी संबंध येणाऱ्या कॉंक्रीटच्या	

xvi

	पृष्ठभागांच्या विशिष्ट गरजा	३९८
अ)	निर्गमद्वार नलिका आणि बोगद्यांचे पष्ठभाग	३९८
आ)	मुयारी सांडव्यांचे पृष्ठभाग	३९९
इ)	मुक्त प्रवाही सांडव्यांचे पृष्ठभाग	४००
१२३	रंगविणे आणि आर्द्रतारोध	४००
अ)	रंगविणे	४००
आ)	आर्द्रता दमटपणा–रोध	४००
उ)	मुरवण	
१२४	आर्द्रमुरवण	४०१
१२५	मोहोरबंदी पटलांच्या सहाय्याने केलेले मुरवण	४०२
१२६	बाष्प मुरवण	४०६
ऊ)	**तीव्र हवामानाची परिस्थिती असताना कॉंक्रीट टाकणे**	
१२७	उष्ण हवामानात घेण्याची दक्षता	४०८
१२८	थंड हवामानात घेण्याची दक्षता	४०८

प्रकरण ७ वे

कॉंक्रीटची दुरुस्ती आणि संधारण

१२९	कारागिरीच्या सामान्य गरजा	४१९
१३०	दुरुस्तीची सामान्य पद्धती	४१९
अ)	नवीन कामाची दुरुस्ती	४२०
आ)	जुन्या कामाची दुरुस्ती	४२०
इ)	इपॉक्सी दुरुस्त्या	४२१
१३१	दुरुस्तीकरता कॉंक्रीटची पूर्वतयारी	४२२
अ)	शुष्क वेष्टण	४२६
आ)	कॉंक्रीटचे प्रतिस्थापन	४२७
इ)	चुन्याचे प्रतिस्थापन	४२८
१३२	शुष्क वेष्टन चुन्याचा वापर	४२८
१३३	रचित कॉंक्रीटच्या प्रतिस्थापनाची क्रियापद्धती	४३०
१३४	अरचित कॉंक्रीटच्या प्रतिस्थापनाचीक्रियापद्धती	४३४
१३५	चुन्याच्या प्रतिस्थापनाची क्रियापद्धती	४३४
१३६	इपॉक्सीच्या वापराची क्रियापद्धती	४३७
१३७	क्षिरपण होत असताना दुरुस्ती करणे	४३८
१३८	दुरुस्त कामाचे मुरवण	४३८
१३९	अपक्षयाविरुद्ध कॉंक्रीटचे संरक्षण करण्याचे उपचार	४३९

अ)	सामान्य चर्चा	४३९
आ)	पृष्ठभागांची पूर्व तयारी	४४०
इ)	पृष्ठभागांवरील उपचार	४४१
१४०	कॉंक्रीटच्या सायफनमधील आडव्या चिरांच्या दुरुस्तीची क्रिया पद्धती	४४१
१४१	पूर्वनिर्मित कॉंक्रीटच्या नळाच्या दुरुस्तीची क्रियापद्धती	४४३
अ)	सामान्य चर्चा	४४३
आ)	दुरुस्तीच्या पद्धती	४४५
इ)	उणीवांच्या दुरुस्तीची पूर्व तयारी	४४६
ई)	हाताने टाकलेल्या चुन्याचे प्रतिस्थापन	४४७
उ)	वायवीय पद्धतीने लावावयाच्या चुन्याचे प्रतिस्थापन	४४७
ऊ)	कॉंक्रीटचे प्रतिस्थापन	४४८
ए)	दुरुस्त्यांचे मुरवण	४४८
ऐ)	दुरुस्त केलेल्या नळीची तपासणी	४४९

प्रकरण ८ वे

कॉंक्रीट आणि चुन्याचे विशिष्ट प्रकार

अ)	हलक्या वजनाचे कॉंक्रीट	
१४२	व्याख्या आणि वापर	४५१
१४३	हलक्या वजनाच्या मिलाव्याचे प्रकार	४५१
अ)	खंगर [Cinders]	४५२
आ)	विस्तारित धातुमल (slag)	४५२
इ)	विस्तारित शेल आणि चिक्कणमाती	४५२
ई)	नैसर्गिक मिलावा	४५३
१४४	हलक्या वजनाच्या मिलाव्यांचे गुणधर्म	४५४
१४५	हलक्या वजनाच्या कॉंक्रीटवरील संरचन नियंत्रण	४५४
आ)	**जड कॉंक्रीट**	
१४६	व्याख्या आणि उपयोग	४५५
१४७	जड मिलाव्याचा प्रकार	४५६
अ)	बॅराईट	४५६
आ)	खनिज कच्चे धातू (लिमोनाइट, मॅग्नेटाईट)	४५६
इ)	लोखंडाचे पदार्थ	४५६
इ)	**कीलबंदी कॉंक्रीट**	
१४८	व्याख्या, उपयोग आणि प्रकार	४५७

	१४९	भुशाचे कॉंक्रीट	४५७
	१५०	भुशाचे प्रकार आणि प्रतवारी	४५७
xviii	ई)	**सच्छिद्र कॉंक्रीट**	
	१५१	व्याख्या आणि उपयोग	४५८
	उ)	**पूर्वबंधनित कॉंक्रीट**	
	१५२	व्याख्या आणि उपयोग	४५९
	१५३	पूर्वबंधनित कॉंक्रीटचे गुणधर्म	४५९
	१५४	चुनाद्रव्ये आणि संघनता	४६०
	१५५	भरड मिलावा	४६१
	१५६	संरचन पद्धती	४६१
	ऊ)	**पूर्व तिबपलित कॉंक्रीट**	४६१
	१५७	व्याख्या आणि उपयोग	४६१
	ए)	**निर्वात-साधित कॉंक्रीट**	
	१५८	व्याख्या, वैशिष्ट्ये आणि उपयोग	४६४
	१५९	निर्वात फर्मे आणि चौकटी	४६६
	१६०	प्रक्रिया पद्धती	४६७
	ऐ)	**कॉंक्रीटच्या फरशीची सफाई**	
	१६१	समाधानकारक सफाईच्या गरजा	४६९
	१६२	एकसंधी कॉंक्रीटची फरशी	४६९
	१६३	बद्ध कॉंक्रीटच्या आणि चुन्याच्या फरशा	४६९
	१६४	मिलावा	४७०
	१६५	प्रमाणीकरण आणि मिश्रण	४७०
	१६६	आधारस्तराची पूर्व तयारी	४७२
	१६७	(मिलाव्याच्या) मेजपट्ट्या	४७३
	१६८	निक्षेपण संदाबन, आणि समरूपन	४७४
	१६९	सफाई	४७५
	अ)	रांधणे	४७५
	आ)	थापी काम	४७५
	इ)	अपघर्षण	४७६
	१७०	संरक्षण आणि मुरवण	४७६
	१७१	द्रवीय दृढीकारकाचे उपचार	४७७

१७२ निसरडी न होणारी सफाई ४७७
१७३ रंगीत सफाई ४७८
१७४ (टेराझो सफाई) कवडी कोबा ४७९

ओ) वायवीय पद्धतीने लावलेला चुना

१७५ व्याख्या आणि वापर ४७९
१७६ उपचार करावयाच्या पृष्ठभागाची पूर्व तयारी ४८०
xix १७७ वाळू ४८०
१७८ उसळी ४८१
१७९ अनकुलतम मिश्रण ४८१
१८० मिश्रण करणे ४८२
१८१ उपकरण ४८२
१८२ चुना (जागेवर) टाकणे आणि मुरवणे ४८३
औ) गारभराईचा चुना
१८३ उपयोग आणि आवश्यक गुणधर्म ४८६
१८४ पक्व न होणाऱ्या चुन्याचे प्रकार ४८७
अ) लांबवून अगर विलंबन करून केलेले मिश्रण ४८७
आ) अॅल्युमिनिअमच्या भुकटीची भर ४८७
इ) विशिष्ट प्रकारच्या सिमेंटचा वापर ४८९
१८५ यंत्राच्या बैठकीच्या गाराभराईची क्रियापद्धती ४८९

अं) पोलादी नळाचे चुन्याचे अस्तर आणि लेप

१८६ व्याख्या आणि उपयोग ४९०
१८७ जागेवर घालण्यात येणारी चुन्यांची अस्तरे ४९१
१८८ कारखान्यात लावलेली अस्तरे आणि लेप ४९४
अ) पृष्ठभागाची पूर्व तयारी ४९४
आ) द्रव्ये ४९४
इ) बाहेरील लेप ४९५
ई) आतील अस्तरे ४९८
उ) विशिष्ठ विभाग ४९९
१८९ जोडांचे क्षेत्रीय लेपन ४९९

परिशिष्ट

पदसंज्ञा	अ नु क्र म णि का	पान
१	मिलाव्याचे नमूने घेणे आणि चाचणीकरता मिलाव्याचे नमुने तयार करणे	५०१
२	कांक्रीटचा नमुना घेणे	५०३
३	रासायनिक विश्लेषणाकरता मातीचे आणि पाण्याचे नमुने घेणे	५१३
४	वाळूचे चाळणीवरील विश्लेषण	५१५
५	भरड मिलाव्याचे चाळणीवरील विश्लेषण	५१७
६	(संगणित केलेल्या) संयुक्त वाळू आणि भरड मिलाव्याचे चाळणी-विश्लेषण	५१८
७	मिलाव्याची शैलवर्ग विवरणात्मक परीक्षा	५१८
८	सिमेंटमधील आभासी पक्तता	५२०
९	वाळूचे विशिष्ट गुरुत्व आणि अवशोषण	५२४
१०	भरड मिलाव्याचे विशिष्ट गुरुत्व आणि अवशोषण	५२६
११	मिलाव्याच्या पृष्ठभागावरील आर्द्रता (तसेच विशिष्ठ गुरुत्व आणि अवशोषण	५२८
१२	कांक्रीटकरता मिलाव्याचे एकक वजन	५३१
१३	मिलाव्यातील मातीचे गोळे	५३३
१४	वाळूतील सेंद्रिय द्रव्ये	५३५
१५	वाळूतील चिक्कणमाती आणि गाळमातीच्या अंदाजी राशींच्या अवसादन चाचण्या	५३६
१६	२०० क्रमांकाच्या चाळणीतून जाणाऱ्या मिलाव्याची टक्केवारी	५३७
१७	१.९५ पेक्षा कमी विशिष्ट गुरुत्व असलेल्या वाळूच्या कणांची टक्केवारी	५३८
१८	१.९५ पेक्षा कमी विशिष्ट गुरुत्व असलेल्या भरड मिलाव्यातील कणांची टक्केवारी	५४०
१९	मिलाव्याची बळकटी (सोडियम सल्फेट पद्धत	५४१
२०	सूक्ष्म मिलाव्याचे चुनाकारक गुणधर्म	५४४
२१	लॉस एंजेलिस यंत्र वापरून केलेले भरड मिलाव्याचे अपघर्षण	५४७
२२	अवपात	५४९
२३	ताज्या कांक्रीटचे एकक वजन आणि राशी आणि त्यातील सिमेंट, पाणी, हवा आणि मिलाव्याचे अंश	५५२

२४	दाब पद्धतीने प्राप्त केलेला ताज्या काँक्रीटमधील हवेचा अंश	५५६
२५	काँक्रीटच्या निःस्त्रवणाच्या चांचणी पद्धती	५५९
२६	काँक्रीटमधील घटकांची विविधता (मिश्रकाच्या कामाची चाचणी)	५६१
२७	प्रयोगशाळेतील यंत्रमिश्रित काँक्रीटचे प्रमाण नियंत्रण	५६५
२८	प्रयोगशाळेतील काँक्रीटचे मिसळण	५६७
२९	बिडाच्या साच्यात नळकांडे ओतणे	५६८
३०	डबड्यात नळकांडे ओतणे	५७१
३१	क्षेत्रीय प्रयोगशाळेतील चाचणी नळकांड्यांची मुरवण, पॅकबंदी व पाठवणी	५७३
३२	काँक्रीटच्या नळकांड्यावर टोपी घालणे	५७४
३३	संपीडक शक्ती	५७६
३४	जॅक्सन गढूळपणामापीने गढूळपणा मोजणे	५८०
३५	काँक्रीटचे तपमान	५८१
३६	वायुधारक द्रव्यांचा, नमुना घेणे	५८२
३७	चांचणी यंत्राची देखभाल	५८२
३८	काँक्रीट मुरविण्याच्या मोहोरबंदी संमिश्रणांचे नमुने घेणे	५८७
३९	रूमामस्तकी जोडांच्या मुद्रांककाचा नमुना घेणे	५९०
४०	पोझोलानकरता स्वीकृति चांचण्या	५९०
४१	संरचना आणि भारी काँक्रीटकरता वापरण्यात येणाऱ्या जलघटी (Water-reducing) पक्वता विलंबी द्रव्याच्या चांचणीची पद्धत आणि स्वीकृति	५९५
४२	मिलाव्यातील हलक्या वजनांच्या कणांकरता चाचणी	६००
४३	बांधकामाच्या घटकांच्याकरता सापेक्ष आर्द्रता चांचण्या	६०४

आकृत्यांची सूची

आकृती		पान
१	चांगल्या काँक्रीटचे प्रधान गुणधर्म, त्यांचे संबंध आणि त्यांना नियंत्रण करणारे घटक दाखविणारा तक्ता	४
२	कार्यालयाने संघनतेकरता केलेली अवपात चाचणी	६
३	दोन कमाल आकाराच्या मिलाव्यांच्यापासून तयार केलेल्या काँक्रीटच्या अवपात व तपमानाचे संबंध	६

४	क्षार मिलावा प्रक्रियेमुळे बाधा झालेल्या कॉंक्रीटच्या उघड्या पृष्ठभागांवरील चिराळण्याची विशिष्ट रचना	८
५	सल्फेटच्या परिणामाने कॉंक्रीटचे विघटन	११
६	दरवाजाच्या खोबणीच्या निकट असलेल्या कॉंक्रीटचे निर्वात क्षरण	१३
७	संकुचन, सिमेंटचा अंश आणि जलांश यांचे आपापसातील संबंध	१६
८	आर्द्र मुरवण करून प्रथम प्रयोगशाळेतील हवेत सुके केलेल्या कॉंक्रीटची संपीडक शक्ती	२३
९	कॉंक्रीटच्या संपीडक शक्तीवरील मुरवण तपमानाचा परिणाम	२४
१०	कॉंक्रीटच्या संपीडक शक्तीवरील प्रारंभिक तपमानाचा परिणाम	२५
११	मध्यम प्रमाणात पूर्वभारित केलेल्या व संपूर्ण दृढीकृत-केलेल्या कॉंक्रीटचा नमुनेदार प्रतिबल-विकृती आरेख	२६
१२	प्रथम स्थिर भार करून नंतर भार काढून घेतल्यावर भारी कॉंक्रीटची प्रत्यास्थ आणि विसर्पण विरूपणे	२८
१३	जल-सिमेंट गुणोत्तर आणि लागू केलेल्या भाराच्या तीव्रतेत बदल केल्यामुळे परिणाम झालेल्या कॉंक्रीटच्या विसर्पणाची मात्रा	२९
१४	कॉंक्रीटचा टिकाऊपणा, संपीडक शक्ती व लागणारा जलांश, यांच्यावर होणारे वायु अंशाचे परिणाम	३४
१५	वायुधारित आणि अवायुधारित कॉंक्रीटकरता टिकाऊपणा आणि जल-सिमेंट गुणोत्तर यामधील संबंध	३५
१६	तीन कमाल आकारांच्या चुना आणि कॉंक्रीटकरता, प्रवेश्यता आणि जल-सिमेंट गुणोत्तर यामधील संबंध	३७
१७	निरनिराळ्या वायु अंशाकरता, ताज्या कॉंक्रीटमधील जलांशाच्या संबधात दृढीकृत कॉंक्रीटचे शुष्कन संकुचन	३८
१८	वायुधारित आणि अवायुधारित कॉंक्रीटकरता, जल-सिमेंट गुणोत्तरांच्या वाढीबरोबर शक्ती	३९
१९	वायुधारित आणि अवायुधारित कॉंक्रीटकरता सिमेंटच्या अंशाच्या संबंधात शक्ती	४०
२०	रिक्तता-सिमेंट गुणोत्तरांच्या संबंधात कॉंक्रीटची संपीडक शक्ती	४१
२१	ऑक्साईड विश्लेषणावरून पोर्टलंड सिमेंटमधील संमिश्र रचना निश्चित करण्याचे सूत्रालेख	४३

२२	निरनिराळ्या प्रकारच्या सिमेंटपासुन बनविलेल्या काँक्रीट मधील शक्तीचे विकासमान	४६
२३	निरनिराळ्या प्रकारच्या सिमेंटपासुन तयार केलेल्या काँक्रीटमधील जलयोजन उष्णता आणि तपमान वृद्धी	४७
२४	योग्य प्रतवारी केलेल्या नैसर्गिक मिलाव्याचे नमुनेदार आकार-वितरण	५९
२५	वाळूच्या सूक्ष्मता गुणांकाच्या संबंधात सिमेंटचा अंश	६१
२६	निरनिराळ्या कमाल आकाराच्या मिलाव्यांना लागणारे पाणी, सिमेंट आणि धारित वायू	६७
२७	वायुधारित आणि अवायुधारित काँक्रीटकरता कमाल आकाराच्या मिलाव्याच्या संबंधात सिमेंट आणि जलांश	६८
२८	निरनिराळ्या संपीडक शक्तीकरता मिलाव्याच्या कमाल आकारानुसार सिमेंटच्या अंशातील बदल	७०
२९	दोन भिन्न मुरवणांच्या परिस्थितीत कॅल्शियम क्लोराईड घातल्यामुळे काँक्रीटच्या संपीडक शक्तीत होणाऱ्या विकासाचे प्रमाण	७१
३०	सिमेंट आणि कॅल्शियम क्लोराईड जादा वापरल्याने बाधित होणारा जल शक्तीचा विकास	७३
३१	संरचना काँक्रीटमधील पाण्याच्या गरजेवर लिग्निन आणि हायड्रॉक्सिलेटेड कॉर्बोक्सिलिक आम्ल घटकांचा पडणारा प्रभाव	७६
३२	संरचना कॉक्रीटमधील वायुच्या अंशावर लिग्निन, आणि हायड्रॉक्सिलेटेड कॉर्बोक्सिलिक आम्ल घटकांचा पडणारा प्रभाव.	७६
३३	अपघर्षण चाचण्या केलेल्या निरनिराळ्या प्रमाणात आर्द्रमुरवण केलेल्या काँक्रीटच्या चाचणी–चौकटी	८१
३४	कॉंक्रीटचे अस्तर दिलेल्या बोगद्यात ताल घातल्याने अगर पोतमित बांधल्यामुळे (bulk heading) होणारा परिणाम.	८३
३५	जलोढ पंख्याचे हवाई दृश्य आणि प्रदेश ज्ञान हे वाळू आणि कंकराचे संभाव्य साधन असते.	८६
३६	मिलाव्याच्या निक्षेपाचे समन्वेषण करण्याकरिता वापरण्यात येणारे परिभ्रामी खनित्र	१०६
३७	निर्जल करता न येणाऱ्या वेष्ठनित परीक्षा सूचिकांतून मिलाव्याचे प्रातिनिधिक नमुने मिळवण्याकरता वापरण्यात येणारे गामा फावडे	१०७

३८	उलटे फिरणारे परिभ्रामी वेधन यंत्र	१०९
३९	चाचणी गर्तेतील पिंजरा बांधणी	११०
४०	चाचणी गर्तेतून काढलेले व योग्यप्रकारे रचलेले वाळू आणि कंकर यांचे ढीग	१११
४१	चाचणी गर्तेतून समन्वेषण केलेल्या आधारसामग्रीची नोंद करण्याचा एक योजनाबद्ध आणि समर्पक नमुना	११२
४२	मिलाव्यातील आकार-अंशाची रचना दाखविणारी हाताने खोदलेली चाचणी गर्ता	११४
४३	चाचणी गर्तेच्या गळपट्टीच्या रचनेचे दृश्य	११४
४४	भरड मिलाव्यातील आणि मृत्तिकेतील द्रव्यांच्या प्रतवारीच्या चाचण्या करताना लागणारे चाळणी हौद आणि हात चाळण्या	११५
४५	आ. ४४ मध्ये दाखविलेले चाळण्याचे यंत्रचलित उपकरण	११६
४६	हेन्रीच्या फोर्क मिलाव्याच्या निपाक्षितील चर पलेमिंग जॉर्ज समूह उटा.	११८
४७	चरातून खोदून काढलेल्या व नमुने घेतलेल्या द्रव्याचे प्रतिनिधित्व करणारे प्रतवारी केलेल्या मिलाव्याचे ढीग	११९
४८	चर काढून मिलाव्याच्या निक्षेपाचे समन्वेषण	१२०
४९	विनिर्देशांकरता तयार केलेला मिलाव्यांचा निक्षेपाचा आराखडा, अंदाजी राशी आणि नजीकचा नकाशा	१२१
५०	विनिर्देशात समाविष्ट केलेला चाचणी गर्तांचा अभिलेख	१२३
५१	चाचणी गर्तात दिसून आलेल्या मिलाव्यांच्या खोली आणि प्रतवारी यांची आधारसामुग्री	१२४
५२	चाचणी गर्तातील द्रव्याचे चाळणी विश्लेषण	१२५
५३	डेन्व्हर प्रयोगशाळा-तळमजल्याचा अनुविक्षेप	१२७
५४	कॉंक्रीटमधील मिलाव्याची उपयुक्तता निश्चित करण्याचा प्रवाह आरेख	१२८
५५	कॉंक्रीटच्या मिश्रणाची नमुनेदार चाचणी संगणने	१५३
५६	कॉंक्रीटच्या निरीक्षकांचा दैनिक अहवाल ब्युरोच्या अनेक प्रकल्पावर वापरण्यात आलेला एक नमुनेदार तक्ता	१६१
५७	कोलंबिया घाटी प्रकल्पावर उपयोग केलेला कॉंक्रीट निरीक्षकांचा दैनिक अहवाल	१६२
५८	निरीक्षकांचा दैनिक अहवाल-निरीक्षणाच्या कोणत्याही प्रकारच्या निरीक्षणात वापरता येण्याजोगा सामन्य नमुना	१६४

५२	वाळू आणि मरड मिलाव्यांच्या चाचण्यांच्या निष्कर्षांची नोंद करण्याकरता डेन्व्हर प्रयोगशाळेत विकसित केलेला तक्ता	१६७
६०	ब्युरोच्या क्षेत्रिय प्रयोगशाळांचे तीन नमुनेदार अनुविक्षेप	१७०
६१	प्रयोगशाळेतील मुरवणाच्या खोलीत वापरण्याकरता लागणारा साचा आणि टाक्या यांचा संरचनात्मक तपशील	१७५
६२	मुरवण खोलीकरता धुक्याच्या फवाऱ्यांची साधने	१७७
६३	मिलाव्याच्या चाचण्यांचा नमुनेदार अहवाल	१८१
६४	कॉंक्रीटच्या मिश्रणांचा नमुनेदार मासिक अहवाल	१८२
६५	कॉंक्रीट मिश्रणाच्या आधारसामुग्रीची नमुनेदार कार्यसूची	१८५
६६	६ इंच × १२ इंच मापाच्या नियंत्रक नळकांड्याच्या मालिकेच्या शक्तीचे नमुनेदार वारंवारता वितरण	१८६
६७	स. १९५२ मधील ब्युरोच्या प्रकल्पातील कॉंक्रीटमधील शक्तीच्या विचलन गुणांकांचे वारंवारता वितरण	१९१
६८	सन १९५२ मधील ब्युरोच्या प्रकल्पातील अभिकल्पकात लागणाऱ्या कॉंक्रीटच्या शक्तीपासून होणाऱ्या कॉंक्रीटच्या शक्तीच्या विचरणाचे वारंवारता वितरण	१९१
६९	वाळूच्या प्रतवारीतील दोष सुधारण्याच्या तीन पद्धती	१९५
७०	वाळू धुण्याचे व निर्जल करण्याचे सर्पिल वर्गक	१९७
७१	मिलावे चाळण्याकरता आणि धुण्याकरता वापरण्यात येणारी योग्य अभिकल्पन केलेली यंत्र-रचना	१९८
७२	चौहेरी पंजाचे वर्गक	१९९
७३	मॉंटाना येथील हंग्री हॉर्स धरणावर बऱ्याच यशस्वीपणे वापरलेला द्रवचलित " पांजणीकाराचा " प्रकार	२०१
७४	वाळूतील अतिरिक्त भाग काढून टाकण्याचे एक साधे आर्द्र चाळणयंत्र	२०३
७५	मॉंटाना येथील हंग्री हॉर्स धरणावर वापरलेला अश्मसोपान	२०७
७६	मिलाव्यांचे ढीग करण्याच्या योग्य आणि अयोग्य पद्धती	२०८
७७	ऊटा येथील फ्लेमिंग गॉर्ज गटातील मिलाव्याची यंत्रसामग्री आणि ढीग	२१०
७८	मिलावा हाताळण्याच्या योग्य आणि अयोग्य पद्धती	२११
७९	कॅलिफोर्नियातील कॅच्यूमा प्रकल्पातील प्रमाण नियंत्रकावर असलेल्या स्वतंत्र बुरूजावर बसविलेल्या सफाई चाळण आच्छादनाचे उपरी दृश्य	२१३

८०	वॉशिंग्टनमधील कोलंबिया घाटी प्रकल्पात भरड मिलावा पुन्हा चाळण्याकरता वापरण्यात आलेली ३/१६ इंच × ४ इंच खाचा असलेली स्थिर चाळणी	२१५
८१	कॉंक्रीट मिलाव्यांचे परिष्करणाकरता वापरण्यात येणाऱ्या नाळक्याच्या आकाराच्या भारी माध्यम पृथक्करण यंत्रणेची प्रयोगशाळेतील प्रतिकृती	२१९
८२	परिष्करण मिलाव्याकरता वापरण्यात येणाऱ्या सर्पिल प्रकारच्या भारी माध्यम विलगन यंत्रणेची प्रयोगशाळेतील प्रतिकृती	२२०
८३	ॲरिझोनामधील ग्लेन कॅनिऑन धरणावरील सिमेंटच्या साठवण्याच्या हौदावरील नाळक्यात परिवहन ट्रकमधील सिमेंट सोडण्याकरता वापरण्यात येणारे जोड	२२४
८४	वॉशिंग्टन संस्थानातील ग्रँडकूली धरणावरील मिश्रक संयंत्राकरता वापरलेले प्रमाण नियंत्रक उपकरण	२२८
८५	मिश्रक संयंत्राच्या जवळील प्रमाण नियंत्रकातील मिलाव्यातील नमुने घेण्याची बादली	२२९
८६	ॲरिझोनातील ग्लेन कॅनिऑन धरणावरील कॉंक्रीटचा प्रमाण नियंत्रक आणि मिश्रण संयंत्र बसविले जात असताना	२३०
८७	मोंटाना येथील हंग्री हॉर्स धरणावरील मिश्रण संयंत्राचे नियंत्रक फलक (खालचे दृश्य) आणि नोंदणी तक्ता (वरचे दृश्य)	२३१
८८	वाटा-तराजू तपासण्याची नमुनेदार योजना	२३४
८९	प्रमाण नियामकाच्या तपासणीच्या आधारसामुग्रीची नोंद करण्याकरता संगणनाकरता वापरावयाचा एक नमुनेदार तक्ता	२३५
९०	नियंत्रक तबकडी आणि प्रमाण नियंत्रक संवरक लावून— घेण्याकरता आधारसामुग्री कोष्टकित करण्याचा एक नमुनेदार तक्ता	२३६
९१	कॉंक्रीटच्या मिश्रणाच्या अभिकल्पिनाची आधारसामुग्री नोंद करण्याचा नमुनेदार तक्ता	२३७
९२	स्वच्छ विलगनासाठी समायोजन करण्याकरता वाळू आणि भरड मिलाव्याच्या वाटा-वजनाच्या संगणनांचा एक नमुनेदार तक्ता	२३८
९३	पोषण आणि वजन करताना येणाऱ्या संयुक्त चुकीच्या निर्धारणाच्या आधारसामग्रीचे कोष्टीकरण करण्याचा एक नमुनेदार तक्ता	२३९

९४	मिश्रण संयंत्रावरील अभिलेखन रजिस्टरांची तपासणी जलद व्हावी म्हणून वापरण्यात येणारी प्रकाशित बैठक	२४१
९५	फियांट घरणावरील मिश्रण संयंत्रातील नोंदणी तक्त्यांचे विभाग	२४३
९६	प्रमाण नियंत्रण केलेले सुटे (bulk) सिमेंट हाताळण्याच्या योग्य आणि अयोग्य पद्धती	२४६
९७	प्रमाण नियंत्रकाना पुरवठा करणाऱ्या कणग्या आणि वजनी प्रमाण नियंत्रकांची योजना	२४७
९८	तीन मिलाव्यांच्याकरता तबकडीचा मापक आणि दरवाजे बसविलेला हाताने चालवावयाचा नमुनेदार संचयी वजनी प्रमाण नियामक	२४८
९९	हाताने चालवावयाच्या मिलाव्याच्या संचयी वजनी प्रमाण नियंत्रकाच्या मध्याजवळ बसविलेला सिमेंटचा स्वयंचलित वजनी प्रमाण नियंत्रक	२४९
१००	हातवाहू हातगाडीवरील मापकाच्या सहाय्याने केलेले काँक्रीटचे प्रमाण नियंत्रण	२५१
१०१	लहान कामाकरता काँक्रीटचे वजनी प्रमाणी करण करण्या-करता वापरण्यात आलेली व्यावहारिक योजना	२५२
१०२	मिश्रण जलाचे प्रमाणनियंत्रण करण्याकरता वापरण्यात येणारा जलमापक	२५३
१०३	हूवर घरणावीरल सरकारी प्रमाण नियंत्रकावर संतोषजनक ठरलेल्या प्रमाण नियंत्रणाच्या आणि मिश्रणांच्या सुविधांचा आयोजन आरेख	२५५
१०४	वायुधारक द्रव्याचे वाटप यंत्र	२५६
१०५	वायुधारक द्रव्याचे बाजारी वाटप यंत्र	२५७
१०६	मिश्रकांतून काँक्रीट प्रस्त्रावित करण्याच्या योग्य आणि अयोग्य पद्धती	२६२
१०७	पंपक्रीट यंत्राच्या पोषण नाळक्यात काँक्रीट सोडण्याकरता वापरण्यात येत असलेला उपकाँक्रीटचा आधारस्तर	२६३
१०८	कॅलिफोर्नियातील मध्यघाटी प्रकल्पातील किलअर क्रीक बोगद्याचें काँक्रीट वाहून नेण्याकरता वापरलेले आडवे आंदोलक	२६७
१०९	ताज्या काँक्रीटचा नमूना घेण्याचे साधन	२६९
११०	संघनता मापकाची जोडणी	२७२
१११	तपमानाचा परिणाम होणाऱ्या नमुनेदार काँक्रीटच्या मिश्रणातील पाण्याची गरज	२७९

११२	पूरण प्रतलावरील प्रमाणापेक्षा जास्त पातळ असलेल्या कॉंक्रीटचे वियोजन होण्यामुळे कमकुवत सरंध्र जोड निर्माण होणे व त्यामुळे कॉंक्रीटची लवकर खराबी होणे	२८७
११३	ताज्या जोडाच्या पृष्ठभागावर "हिमपादत्राण" वापरणारे कामगार	२८८
११४	ॲरिझोनातील ग्लेन कॅनिऑन धरणातील संरचना जोडांचे अंतिम वालुक्षेपण	२८९
११५	वालुक्षेपित पृष्ठभागावरील कचऱ्याचे जलवायु झोताने अंतिम धावन	२८९
११६	वॉशिंग्टन कोलंबिया घाटी प्रकल्पातील ग्रँडकूली धरणावर वापरलेले वालुक्षेपण उपकरण	२९१
११७	शुष्क वालुक्षेपण, धावन, चुना लावणे, व निर्वात सफाईकरता वापरण्यात येणारी, बांगडी तपशीलासह, वायु-चूषण बंदूक	२९३
११८	संरचना जोडांवरील उपचारांची तुलना	२९४
११९	कॉंक्रीटच्या निरनिराळ्या खोलीवरील फर्म्यावर पडणारा दाब	२९७
१२०	आठ फूट आणि जास्त व्यासाच्या सायफनकरता फर्मे	३००
१२१	फर्म्यात ओतलेल्या कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागाजवळच्या संरचना जोडाची योजना	३०२
१२२	संरचना जोडांतील नमुनेदार खोबणींची मापे	३०४
१२३	ज्यातून अल्प अवपाताचे कॉंक्रीट टाकता येईल आणि निस्स्राव हळूहळू अगर अंशत: करता येईल आणि आडवी हालचाल करावी लागेल अशा कमीत कमी तुलनेने लहान जुळ्या ढिगात कॉंक्रीट टाकता येईल अशी १२ घनयार्ड मापाची बारडी	३११
१२४	कॉंक्रीट बारड्या, नाळकी व बग्यात भरणे व त्यातून ते ओतण्याच्या योग्य व अयोग्य पद्धती	३१३
१२५	पट्टावाहकांनी आणि प्रवणिकांतून कॉंक्रीट टाकण्याच्या योग्य आणि अयोग्य पद्धती	३१४
१२६	कॅलिफोर्नियातील मध्यघाटी प्रकल्पातील कॅप क्रीक मोड बोगद्यातील कॉंक्रीट टाकण्याकरता वापरण्यात आलेले पंपक्रीट यंत्र	३१७
१२७	कॅलिफोर्नियातील मध्यघाटी प्रकल्पातील ट्रिनिटी धरणाच्या सांडव्याच्या बोगद्यात कॉंक्रीट पंप करण्याकरता वापरलेले उपकरण आणि पद्धत	३१९
१२८	खोल व अरुंद फर्म्यात आणि लाद्यात कॉंक्रीट टाकण्याच्या योग्य व अयोग्य पद्धती	३२३

१२९	काँक्रीटचे स्पंदन करण्याच्या आणि त्याचेवर काम करण्याच्या योग्य व अयोग्य पद्धती	३२४
१३०	पृष्ठभागाखेरीज जवळ जवळ संपूर्णपणे दृढीकरण न केल्यामुळे नाश पावलेले प्रवणिकेचे अस्तर	३२७
१३१	कॅलिफोर्नियातील, सोलॅनो प्रकल्पातील माँटीसेला धरणावर वापरलेली (काँक्रीट) टाकण्याची टप्प्याटप्प्याची पद्धत	३३२
१३२	आठ घनयार्ड काँक्रीट निक्षेपित होत असताना लगेच	३३४
१३३	योग्यप्रकारे दृढीकरण झाल्यानंतरचे आ. १३२ मधील काँक्रीट	३३५
१३४	बोगद्याच्या फर्म्याला शीघ्रगती स्पंदक जोडण्याकरता वापरण्यात आलेला एक बाजारी स्पंदकाचा वायुचलित चिमटा	३३९
१३५	वॉशिंग्टनमधील कोलंबिया घाटी प्रकल्पातील लाँग-लेक धरणाच्या निर्गम बोगद्याच्या अधस्तराच्या छेदात सरक फर्म्याच्या सहाय्याने काँक्रीट टाकले जात असताना	३४१
१३६	कॅलिफोर्नियातील मध्यघाटी प्रकल्पातील डेल्टा-मेंडोटा कालव्यावरील गोलाकार सायफनमध्ये वाहक पट्ट्याने आणि पात प्रवणिकांनी काँक्रीट टाकणे	३४३
१३७	कॅलिफोर्नियातील मध्यघाटी प्रकल्पातील फ्रियांट कर्न कालव्याच्या बिग ड्राय क्रीकजवळच्या, ६५ फूट रुंद पेटीच्या आकाराच्या सायफनमधील काँक्रीटचे एकरुळी वितरण	३४४
१३८	कॅलिफोर्नियातील मध्यघाटी प्रकल्पातील निंबस धरणाच्या डाव्या अंत्याधाराच्या उतरत्या अंचलावर वापरण्यात येत असलेला त्या कामाकरताच तयार केलेला सरक फर्मा	३४८
१३९	कालव्याच्या उतारावर काँक्रीट टाकणे	३५२
१४०	लाकडी मार्गदर्शकांच्या उतारावरून स्वतःला वर ओढन घेण्यास सज्ज असणारी सुधारित सरक फार्म्याची मेजपट्टी	३५३
१४१	ॲरिझोनातील गिला प्रकल्पातील लहान कालव्याचे खोदकाम	३५४
१४२	खनित्रांच्या मागोमाग येणारे अधस्तर-मार्गदर्शित सरक फर्म्याचे काँक्रीटच्या अस्तराचे यंत्र	३५५
१४३	आ. १४२ मधील सरक फर्म्याचे पश्च दृश्य	३५६
१४४	सुरखणाकरता लागणारी आर्द्रता टिकून राहण्यासाठी कालव्याच्या नव्या अस्तरावर मोहोरबंदी मिश्रणाची फवारणी	३५६
१४५	वॉशिंग्टनमधील कोलंबिया घाटी प्रकल्पातील ईस्ट लो कालव्याच्या संरचनेचा आराखडा	३५७

१४६	कॅलिफोर्नियातील मध्यघाटी प्रकल्पातील डेल्टा-मेंडोटा कालव्यावरील खनित्राच्या मागून जाणारे पात-प्रवणिका बसविलेले अजस्त्र सरक फर्मा अस्तर यंत्र	३५८
१४७	कॅलिफोर्नियातील सोलॅनो प्रकल्पावरील पूटा दक्षिण पोषक कालव्याच्या बाजूने जात असलेली पात-प्रवणिका	३५९
१४८	कॅलिफोर्नियातील मध्यघाटी प्रकल्पातील डेल्टा-मेंडोटा कालव्यावर चालू असलेले वितरकपट्टी आणि इस्त्री बसविलेले कालव्यावरील अस्तराचे यंत्र	३५९
१४९	कॅलिफोर्नियातील सोलॅनो प्रकल्पावरील सुरवंटी मार्गावर बसविलेले अस्तर यंत्र	३६०
१५०	कालव्यातील अप्रबलीत काँक्रीटच्या अस्तरातील आडव्या खाचांचा तपशील	३६१
१५१	५४ इंच व्यासाचा २० फूट लांबीचा नळ ओतणे	३६५
१५२	कोनाकार पृष्ठभागावर एकसमान मंदप्रवाह सोडून काँक्रीट टाकणे.	३६६
१५३	ओतीव नळांचे फर्में	३६७
१५४	चुना निघून गेल्यामुळे निर्माण झालेल्या १ इंच खोल छिद्रात पेन्सिली घालून गळक्या फर्म्याचा परिणाम दाखविणारे (छायाचित्र)	३६८
१५५	काँक्रीट नळ तयार करण्याची अपकेंद्रीय पद्धति, ह्यातसुद्धा पोलादी रुळाने दाबून व यांत्रिकी स्पंदन करून प्रत्यक्ष काँक्रीटचे संदाबन करण्या येते.	३६९
१५६	काँक्रीटचा नळ तयार करण्याची अपकेंद्री पद्धति. पोलादी रुळाने काँक्रीटचेही प्रत्यक्ष संदाबन करण्यात आले आहे	३७०
१५७	चल पट्टवाहक वापरून नळाच्या फिरणाऱ्या फर्म्यात सारख्या जातीचे काँक्रीट टाकणे. ही क्रिया फर्म्याच्या डाव्या केंद्राजवळ दिसत आहे.	३७१
१५८	सुमारे १५ इंच व्यासापर्यंतचे अप्रबलित नळ तयार करण्याच्या वेष्टनशीर्ष पद्धतीस लागणारी उपकरणे	३७२
१५९	(काँक्रीट) टाकल्यावर लगेच अप्रबलित वेष्टनशीर्ष-नळ्याचे फर्में काढून टाकणे.	३७३
१६०	अंदाजी ५४ इंच व्यासापर्यंतच्या प्रबलित अगर अप्रबलित काँक्रीटचा नळ घुमसून तयार करण्याचे उपकरण	३७४
१६१	काँक्रीटचा नळ जाग्यावर ओतणे	३७७

१६२	निरनिराळ्या प्रकारच्या सिमेंटपासून कॉंक्रीटच्या अल्पावधीतील शक्तीतील लाभ	३८७
१६३	मृदाशोषक होज–नळीने जल मुरवण	४०२
१६४	पूर्वकालीन कॉंक्रीटच्या संपीडित शक्तीवर २०० ^{0} पेक्षा कमी तपमान असताना बाष्प मुखणामुळे होणारा परिणाम	४०७
१६५	कॉंक्रीटचे थंड हवेपासून संरक्षण करण्याकरिता फर्म्यांचे विसंवाहन	४११
१६६	दुरुस्तीचे कॉंक्रीट टाकण्यापूर्वी सर्व सदोष कॉंक्रीट काढून न टाकल्यामुळे अयशस्वी झालेली दुरुस्ती	४२२
१६७	शुल्क वेष्टनाकरता चीर पाडण्यासाठी वापरलेले करवती दाताचे पाते	४२३
१६८	बेंच फल्यूम भितीतील कोन बोल्टांची छिद्रे दुरुस्त करणे.	४२५
१६९	कॉंक्रीटच्या दुरुस्तीकरता खोदण्यात आलेल्या क्षेत्राचे संपर्क पृष्ठभाग संपृक्त करण्याकरता भिजलेल्या गोणपाटाचा वापर केला आहे.	४२५
१७०	दुरुस्त कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागावर आधारित केलेल्या ओल्या गोणपाटाच्या चटयानी केलेले आर्द्र मुरवण	४२६
१७१	दोन पातळीवर छिद्राचे शीर्ष जेथे खोदले आहे अशा खराब कॉंक्रीटच्या अनियमित क्षेत्राची खुदाई	४२७
१७२	भितीतील कॉंक्रीटच्या प्रतिस्थापनांच्या फर्म्यांचा तपशील	४३१
१७३	प्रतिस्थापनाचा चुना लावणे.	४३६
१७४	कॉंक्रीटच्या सायफनांच्या मधील आडव्या चिरांची दुरुस्ती करण्याकरिता वापरावयाची कॉंक्रीट पद्धत.	४४३
१७५	कॅलीफोर्नियातील मध्यघाटी प्रकल्पातील शास्ता धरणावरील ०.८:१ उतार दिलेले कॉंक्रीटचे रचित पृष्ठभाग	४६५
१७६	शास्ता धरणावरील सांडव्याच्या डोणीचे कॉंक्रीट टाकणे.	४६७
१७७	दक्षिण डाकोटातील अंगोस्तु धरणावर निर्वात चौकटी बसविल्या जात असताना.	४६८
१७८	फरशीच्या कॉंक्रीट आणि चुन्याच्या शीर्ष थरांची तुलना	४७१
१७९	अॅरोझोना येथील गिला प्रकल्पावर वायवीय पद्धतीने लावण्याच्या चुन्याचा मिश्रक आणि ढोल उच्चालक	४८२
१८०	कालव्याच्या अस्तराकरिता वायवीय पद्धतीने लावावयाच्या चुन्याचा वापर	४८४

१८१	कामगार अस्तर यंत्रात खोऱ्यानी चुना घालीत आहेत. ह्या यंत्रातुन पोलादी नळाच्या आतल्या पृष्ठभागावर तो चुना पसरला जातो.	४९२
१८२	अस्तर यंत्रातील परिभ्रामी शीर्षाच्या सहाय्याने नळाच्या पृष्ठ–भागावर फिरक्या गतीने लावलेला चुना गुळगुळीत करणाच्या याप्या.	४९३
१८३	काँक्रीटच्या फरशीतील १० इंची गाभ्याचे वेधन	५०४
१८४	काँक्रीटच्या गाभ्याच्या वेधनाची उपकरणें,	५०६
१८५	६ इंची बाजारी बिट	५०८
१८६	२२ इंच व्यासाचा गाभा काढणारा कॅलिक्स वरमा	५०९
१८७	कॅलिफोर्नियातील मध्यघाटी प्रकल्पातील क्लीअर क्रीक बोगद्या-तील सुपरिचीत काँक्रीटची कामे	५१०
१८८	बाहेर पाठविण्याकरता गाभ्याचे योग्य प्रकारे पॅकिंग करणे	५११
१८९	गाभा वेधनाची नोंद	५१२
१९०	सिमेंटच्या आभासी पक्वतेची चाचणी करण्याकरता वापरण्यात येत असलेले विकॅट उपकरण.	५२३
१९१	घनत्वमापीत अडकून राहिलेली हवा काढून टाकण्याकरता बसविलेली चूषणी.	५२५
१९२	समापनित पात्राच्या सहाय्याने सूक्ष्म मिलाव्यातील मुक्त आर्द्रता निश्चित करण्याचा सूत्रालेख	५२९
१९३	मिलाव्यच्या पृष्ठभागावरील आर्द्रता अवशोषण आणि विशिष्ट गुरुत्व यांचे प्रत्यक्ष मापन करण्याचे उपकरण	५३२
१९४	अवपात चाचणीचा साचा	५५१
१९५	अवपात चाचणी	५५३
१९६	वॉशिंग्टन प्रकाराचे वायुमापी	५५७
१९७	४ घनयार्ड मिश्रकाच्या वरील मिश्रण कालावधीच्या चाचण्यांचे निष्कर्ष	५६६
१९८	चाचणी करण्याचा नळकांड्याचा साचा	५६९
१९९	डबड्याच्या तळाच्या बांधणीचा तपशील	५७१
२००	नळकांड्याचा टोपीचा साचा व मार्ग रेखनाचे उपकरण	५७४
२०१	संपूर्ण पिश्रित मारी काँक्रीट व आर्द्र गाळीव काँक्रीटच्या शक्तीच्या मधील संबंध	५७७
२०२	काँक्रीटच्या संपीडक शक्तीवरील नळकांड्याच्या आकाराचा परिणाम	५७८

२०३ नमून्याची लांबी आणि व्यासाचा त्याच्या संपीडक शक्तीशी संबंध ५७९
२०४ सिद्धीकरण बांगडी ५८५
२०५ नमुना पाठविण्याचे प्रपत्र व चाचणीचा अहवाल ५८९
२०६ मिलाव्यातील हलक्या वजनाच्या तुकड्यांच्या विलगनाचा प्रवाह आरेख. ६०१

सारण्याची यादी

सारणी क्रमांक पान

१ दृढीकरण केलेल्या कॉंक्रीटवरील अनेक पदार्थांचे परिणाम ९
२ सल्फेटची निरनिराळी संकेंद्रणे असलेल्या माती आणि पाण्याचा कॉंक्रीवरील आघात १२
३ कॉंक्रीटचे गामे आणि नियंत्रक नळकांडी यांची संपीडक शक्ती २०
४ ताज्या कॅंक्रीटचे अभीक्षित सरासरी वजन (द.घ.फू. कॉंक्रीटचे पौंडात) ३२
५ पोर्टलंड सिमेंटच्या संमिश्र रचना ४८
६ वाळूची प्रतवारी केलेल्याने होणारा चुन्यावरील परिणाम ६०
७ वाळूची प्रतवारी केल्याने होणारा कॉंक्रीटवरील परिणाम ६०
८ निरनिराळ्या कॉंक्रीटकरता नैसर्गिक मरड मिलाव्यांच्या प्रतवारीच्या अंदाजी मर्यादा ६३
९ मरड मिलाव्याकरता वापरण्यात येणाऱ्या चाचणी चाळण्यातील चौकोनी छिद्राचा आकार ६५
१० सामान्यपणे आढळून येणाऱ्या खडकांचे सर्वसाधारण वर्गीकरण ९०
११ सामान्य अग्निज खडकातील प्रधान खनिज घटक ९२
१२ द. घ. या. मिलाव्याचे टनात वजन १३२
१३ निरनिराळ्या प्रकारच्या कॉंक्रीटकरता शिफारस केलेले कमाल अवपात १४१
१४ दर घनयार्ड कॉंक्रीटकरता लागणारे हवा आणि पाणी यांचे अंदाजी अंश आणि सूक्ष्म मरड मिलाव्यांची प्रमाणे १४१
१५ कॉंक्रीटकरता लागणारी निव्वळ जलसिमेंट गुणोत्तरे १४३
१६ निरनिराळ्या जलसिमेंट गुणोत्तराकरता कॉंक्रीटची किमान संभाव्य सरासरी संपीडक शक्ती १४५

१७	निरनिराळ्या प्रकारच्या बांधकामाकरता शिफारस केलेले मिलाव्याचे कमाल आकार	१४६
१८	काँक्रीटच्या मिश्रणांच्या चांचण्याची नमुनेदार किमान मालिका	१५५
१९	लहान कामांवरील काँक्रीटची मिश्रणे	१५६
२०	क्षेत्रीय प्रयोगशाळेतील उपकरणे	१७१
२१	अमिलक्कन गरजा पुऱ्या होण्याकरता सतत राखणे अवश्य असलेली सरासरी शक्ती	१८८
२२	ताज्या मिश्रणाच्या निरनिराळ्या काँक्रीटवर होणारे द्रव्यांच्या तपमानाचे परिणाम	
२३	कालव्यावरील अस्तराची आणि अस्तरे घालण्याच्या पद्धतीची तुलना	३५०
२४	काँक्रीटच्या पृष्ठभागावरील अनियमितपणाकरता ठेवलेली कमाल सवलत.	३८९
२५	उच्चगती प्रवाहा करता विस्थिती करता आणि अपघर्षणा करता सवलती	३९८
२६	काँक्रीटच्या भितीकरिता लागणारे विसंवाहन	४१३
२७	काँक्रीटच्या लाद्या व जमिनीवर टाकलेले कालव्याच्या अस्तराचे काँक्रीट याना लागणारे विसंवाहन	४१५
२८	गाराभराईच्या चुन्याच्या दिर्घकालीन मिश्रणाचा परिणाम	४८७
२९	माती आणि पाण्याच्या नमुन्याची आधार सामुग्री	५१४
३०	युनायटेड स्टेटसची मानक चाळणद्वारे आणि तारेचे व्यास	५१६
३१	भरड मिलाव्याच्या उदाहरणादाखल केलेले सामान्य शैलवर्ग विवरणात्मक सामान्य विश्लेषण	५२१
३२	गुणवत्तेकरता उदाहरणादाखल केलेल्या भरड मिलाव्याचे शैलवर्ग–विवरणात्मक विश्लेषण.	५२२
३३	उदाहरणादाखल केलेल्या सोडिअम सल्फेट चाचण्यांचे निश्कर्ष	५४५
३४	मिश्रकाच्या कामाच्या चाचणीच्या संगणनांचे उदाहरण.	५६३

सूचि

सूचि ६२१

शद्बावली

१	मराठी-इंग्रजी (स्वतंत्र पृष्ठ क्रमांक)	१ ते ९
२	इंग्रजी–मराठी	१० ते १७

शुद्धिपत्र

(अनुक्रमणिकेतील)

अनुक्रमणिका पान (xii) क्र. ८ मधील आयतन परिवन ऐवजी आयतन परिवर्तन वाचावे.

,, ,, ओळ १४ (इ) गती ऐवजी गर्ता वाचावे.

,, (ई) मध्ये आर्द्रप्रक्रिया ऐवजी द्रवचलित. पांजणीकार वाचावे

,, प्रकरण ६ मधील क्र. १०२ मध्ये संयम ऐवजी संयंत्र वाचावे.

,, ,, ,, क्र. १०३ (इ) मध्ये टकाणे ऐवजी टाकणे वाचावे.

,, प्रकरण ८ मधील क्र. १५४ संधनता ऐवजी संघनता वाचावे.

(ऊ) पूर्वतिबलित ऐवजी पूर्वप्रतिबलित वाचावे.

परिशिष्ट (अनुक्रमणिका)

पदसंज्ञा १४ - द्रव्ये ऐवजी अपद्रव्ये वाचावे.

(प्रकरणातील)

पान १० ओळ ४ -- डावीबाजू - " कार्बनिक " ऐवजी " अकार्बनिक " वाचावे.

१९ ओळ– २३ बदलते या शब्दाच्यापुढे (पहा सा. क्र. २१) असे वाचावे.

३२ सारणी ४ च्या शीर्षकातील " सरसरी " ऐवजी " सरासरी " वाचावे.

४३ आ. २१ चे शीर्षकात " अन्वेक्षणाने " ऐवजी " विश्लेषणाने " वाचावे.

६० सारणी क्र.६ वरील शीर्षक "चुन्यावरील वाळूच्या प्रतवारीचे परिणाम" असे वाचावे.

६९	अनुच्छेद १९ शीर्षक "मिश्रणाचा" ऐवजी "मिश्रण" असे वाचावे.
८१	खालून ६ व्या ओळीत सुरवातीस "०.००२ इंच" हे शद्ब वाचावे.
१००	खालून ८ व्या ओळीत आणि त्यात "यानंतर "साव" हा शद्ब वाचावा.
१९५	आ. ६९ – शीर्षकात "वाळ" च्या ऐवजी "वाळूच्या" वाचावे.
२३८	पान ३८ ऐवजी २३८ वाचावे.
४००	अनुच्छेद १२३– शीर्षक "दरजाभरणी" ऐवजी "रंगविणे" वाचावे.
४२८	अनुच्छेद १३२– शीर्षक "शुष्क" ऐवजी "शुष्क वेष्टन" वाचावे.
४९५	परिच्छेद "ई" ऐवजी "इ" वाचावे.
५७३	पद संज्ञा ३१ क्र ५ येथे डबक्यात ऐवजी डबड्यात वाचावे.



प्रकरण १ ले– कॉंक्रीट व कॉंक्रीटमधील द्रव्ये

(अ) प्रस्तावना

१. **कॉंक्रीटची व्याख्या.** – रेती, कंकर, फोडलेली खडी अगर मिलाव्याची इतर द्रव्ये, सिमेंट आणि पाणी यामुळे घट्ट केलेल्या गंधात, मिसळली की कॉंक्रीट बनते. कॉंक्रीटमधील द्रव्ये योग्य प्रमाणात वापरून पूर्णपणे मिसळल्यावर त्यांचा एक सुनम्य पदार्थ बनतो आणि ओतून अगर साच्यात घालून त्याला पूर्वनिर्धारित आकार आणि स्वरुप देता येते. पाण्यामुळे सिमेंटचे जलयोजन होते, कॉंक्रीटमध्ये दगडासारखी शक्ती आणि काठिण्य उत्पन्न होते आणि त्याचा उपयोग अनेक कामाकरता करता येतो.

२. **कॉंक्रीटची प्रगती.** – राजरस्ते, कालव्यावरील अस्तर, पूल आणि धरणापासून अत्यंत सुंदर आणि कलात्मक प्रासादापर्यंत सर्व प्रकारच्या बांधकामात कॉंक्रीटचा उपयोग होऊ लागला आहे. आवश्यक असलेल्या तणाव शक्तीचा पुरवठा कॉंक्रीटमध्ये प्रगतीकरणाची जोड देऊन करता येऊ लागल्याने ते सर्वात आघाडीचे संरचनाद्रव्य झाले आहे. पोर्टलंड सिमेंटच्या उद्योगात आश्चर्यजनक वाढ झाली आहे. हीच युनायटेड स्टेटमध्ये त्याच्या झालेल्या वाढत्या लोकप्रियतेची साक्ष आहे; या शतकाच्या सुरवातीस दरवर्षास सिमेंटचे उत्पादन १० दशलक्ष पिपांपेक्षा कमी होते तेच १९६१ साली दर वर्षास अंदाजे ३५० दशलक्ष पिपांपेक्षा जास्त झाले.

कॉंक्रीटच्या शास्त्रात प्रगती झाली आहे आणि कालगतिनुरुप आणि नवीन शोधातून क्रमविकास झाला आहे. १९ व्या शतकाच्या शेवटच्या कालांत कॉंक्रीट सामान्यत: जवळ-जवळ सुके टाकण्यात येत असे आणि भारी ठोकण्यांनी ते धुमसण्यात येत असे. त्या कालात प्रबलीकरणाचा वापर जवळजवळ होत नव्हता. ह्या शतकाच्या सुरवातीच्या काळात, प्रबलित कॉंक्रीटचा विकास झाल्यामुळे अति आर्द्र मिश्रणे लोकप्रिय झाली व बरेचसे कॉंक्रीट फर्म्यात अक्षरश: ओतण्यात येत असे. परंतु ते चांगले शक्तिशाली व टिकाऊ नसे. सुधारित कारागिरी, टिकाऊपणा आणि शक्ति निर्माण करण्याकरिता मिश्रणातील प्रमाणांचे शास्त्रशुद्ध अभिकल्पन करणाऱ्या महत्वाच्या अन्वेषणावर जोर देण्यास सुरुवात होईपर्यंत ही प्रथा चालू होती. अलीकडील अन्वेषणात अब्राम्सने केलेली अन्वेषणे उल्लेखनीय आहेत; त्याने "जल् सिमेंट गुणोत्तर" सूत्र तयार केले आणि विशिष्ठ कामाकरता लागणाऱ्या कॉंक्रीटच्या सुकार्यतेशी सुसंबद्ध असे गुणोत्तराचे मूल्य किमान राहील इतके रोखण्याच्या महत्वाचे दिग्दर्शन केले. कॉंक्रीटच्या दृढीकरणाकरता स्पंदनाचा विकास झाल्यामुळे अल्प अवघात–मिश्रणे टाकण्यास भरीव मदत झाली आणि गिलगिल्या मिश्रणाची जरुरी उरली नाही.

ज्या कामात कॉंक्रीट लवकर उपयोगात आणावयाचे आहे अशा कामाकरता वापरण्यात येत असलेल्या लवकर उच्चशक्ति निर्माण होणारे सिमेंट, भारी संरचनात लागणारे मंद उष्णतामान असलेले सिमेंट, सल्फेटयुक्त मातीत व पाण्यात वापरण्याकरता सल्फेट प्रतिरोधक सिमेंट, यासारख्या विशेष प्रकारच्या सिमेंटच्या विकासामुळे कॉंक्रीटचा अष्टपैलूपणा वाढला.

अलिकडच्या काळात पोझोलान द्रव्य जर समाविष्ट केले तर काँक्रीटच्या कांही कामाला कमी खर्च येतो असे दिसून आले आणि अगदी अलिकडे मिलाव्यावर प्रक्रीया करून भारी माध्यमी विलगन, द्रवचलित जिगिंग आणि प्रत्यास्थ प्रभाजन यासारख्या पद्धतीमुळे अनिष्ट घटक काढून टाकता येऊ लागल्याने काही उदाहरणात अन्यथा निरुपयोगी असलेल्या मिलाव्यांचा उपयोग करून पक्के आणि टिकाऊ काँक्रीट तयार करणे शक्य झाले आहे.

१९३३ च्या सुमारास अल्प प्रमाणात काँक्रीटचे वायु–धारण केले असता त्याची केवळ सुकार्यताच वाढते असे नाही तर गोठण आणि वितळण क्रियांना प्रतिरोध करण्याची शक्तीही अनेक पटीने वाढते असे आढळून आले. यामुळे काँक्रीट सुधारण्यात ठळक मदत झाली. त्यामुळे वायुधारक द्रव्यांचा सर्रास उपयोग करण्यात येऊ लागला. हे द्रव्य मिश्रकात वापरले जाते. तसेच वायुधारक सिमेंटमध्ये ते घालण्यात आलेले असते. पूर्वी अशी कल्पना असे की काँक्रीटमधील सर्व इष्ट गुणधर्म जास्तीत जास्त घनिष्ट असा पदार्थ प्राप्त करण्यावर अवलंबून आहे, पण आता हे मान्य करण्यात आले आहे की, अत्यंत घनिष्ट काँक्रीट हे टिकाऊ असतेच असे नाही.

काँक्रीटमधील अंतर्वस्तु पूर्वी मापून प्रमाणित केल्या जात असत; त्यामुळे अचूकता येत नसे व परिणामी ते एकसारखे होत नसे. ही पद्धत आता जाऊन त्याऐवजी वजनाने काँक्रीटमधील द्रव्यांचे प्रमाण निश्चित केले जाते. त्याचा परिणाम त्याच्या एकसारखेपणात सुधारणा होण्यात आणि खर्चात बचत होण्यात होतो. भरड मिलाव्याचे दोन अगर अधिक आकारात विभोजन करणे ही या प्रथेमधील आणखी एक सुधारणा आहे आणि त्यामुळे काँक्रीट हाताळताना त्यातील घटक कमीतकमी प्रमाणात अलग होतात आणि जास्त चांगल्या प्रतीचे काँक्रीट तयार होते. अशा प्रकारे जे काँक्रीट एके काळी भरड मिलावा, वाळू, सिमेंट आणि पाणी यांचे मिश्रण असून ते वाटेल तसे टाकले तरी चालते असे वाटत असे, तेच आता काळजीपूर्वक नियंत्रण केलेले, दर्जा आणि कोणच्याही कामावर वापरताना काटकसरीची अनुकूलतमता प्राप्त होईल असे संमिश्रित केलेले काँक्रीट असावे अशी आधुनिक धारणा बनली आहे.

३. चांगले काँक्रीट तयार करणे. – प्रथा आणि तंत्र यांच्यात सुधारणा झाल्यामुळे चांगल्या प्रकारचे काँक्रीट तयार करण्याच्या आमच्या क्षमतेत वाढ झाली आणि ते तयार करण्याच्या व्यावहारिक आवश्यकतेच्या बाबतीत स्थपतींचे जवळजवळ एकमत झाले आहे. योग्य घटकांच्या खेरीज चांगल्या काँक्रीटच्या निर्मितीच्या आधुनिक सूत्रात सारासार विचार, चांगली निर्णय शक्ती आणि जागरुकता यांचीही जोड द्यावी लागते याचीही त्यांना जाणीव आहे.

तयार करण्यात व जागेवर टाकण्यात झालेल्या निष्काळजीपणामुळे जे अपेक्षित काम देवू शकत नाही असे काँक्रीट अजूनही निर्माण होते. एकसारख्या चांगल्या प्रतीचे काँक्रीट तयार होत आहे याची खात्री करून घेणे ही बांधकामावरील अधिकाऱ्यांची जबाबदारी आहे. हा उद्देश साध्य करण्याकरता जो ज्यादा प्रयत्न आणि काळजी घ्यावी लागते ती त्यापासून

होणाऱ्या फायद्यांच्या मानाने अल्प असते. उच्चतम अभियांत्रिकी शास्त्र असे बजावते की जेव्हा जास्त किंमत न देता उत्तम काम करणे शक्य असते तेव्हा फक्त उत्तमच काम स्वीकृत केले पाहिजे. हे स्वयंसिद्ध तत्व कॉंक्रीटच्या बाबतीत विशेषतः लागू आहे. कारण उत्तम कॉंक्रीटला मामुली कॉंक्रीटपेक्षा सामान्यपणे जास्त खर्च येत नाही. उत्तम कॉंक्रीट तयार करण्याकरता जे काही लागते ते म्हणजे चांगले कॉंक्रीट तयार करण्याची मूलभूत तत्त्वे आणि बांधकाम करताना सिद्ध झालेल्या प्रथांकडे बारकाईने लक्ष देणे या बाबींची ओळख होय.

(आ) कॉंक्रीटचे महत्वाचे गुणधर्म

४. **सामान्य विचार** – पुढील परिच्छेदात विवरण केलेली कॉंक्रीटची वैशिष्ठ्ये तौलनिक पायावर आणि दिलेल्या संरचनेच्या कार्यात लागणाऱ्या दर्जाच्या प्रमाणाच्या संदर्भात विचारात घेतली पाहिजेत. पंचमहाभूतांपासून संरक्षण देईल अशा तऱ्हेचे दत्त परिस्थितीत टिकाऊ आणि अन्यप्रकारे संतोषजनक असलेले कॉंक्रीट विघटन करणाऱ्या अभिकरणांमुळे तीव्र धोका पोचला असेल अशा स्थानावर संपूर्णपणे निरुपयोगी ठरण्याची शक्यता असते. द्रवीय संरचनेत जलाभेद्यता आवश्यक असते पण शक्ती आणि काठिण्य ह्या, कार्यालयांच्या बांधकामाचेबाबतीत, अर्थातच प्राथमिक संरचनात्मक गरजा असतात. हे उघड आहे की कॉंक्रीटचा प्रत्येक गुणधर्म शक्य तितक्या पूर्णत्वाच्या निकट आणता येईल तितका आणल्यास त्याचा परिणाम अनेक परिस्थितीत काटकसरीच्या बाबतीत अल्पसा होतो, आणि उपयुक्त आयुष्य, सुरक्षा आणि देखावा यांच्या योग्य गरजा पुरविल्या जातील असेच कॉंक्रीट जास्तीत जास्त इष्ट मानावे लागते. म्हणजेच कोणत्याही बांधकामाचे अभिकल्पन पुरेशा प्रमाणात केलेले असले पाहिजे आणि अभिकल्पित भार तोलू शकेल इतके ते बांधकाम बळकट असले पाहिजे. आणि केवळ प्राथमिक खर्चातच नव्हे तर अंतीम कार्याच्या संदर्भातही हे काटकसरीचे होईल अशा योग्य प्रकारे तयार केलेल्या कॉंक्रीटचे ते असले पाहिजे.

चांगल्या कॉंक्रीटचे प्रधान गुणधर्म, त्यांचे परस्पर संबंध, आणि ह्या गुणधर्मांचे नियंत्रण करणाऱ्या घटकांची माहिती आ. १ मध्ये तक्त्याच्या स्वरुपात दिली आहे.

५. **सुकार्यता** – द्रव्यांच्या दत्त संचाचे कॉंक्रीटमध्ये मिसळण करणे, नंतर ते मिश्रण हाताळणे आणि वाहून नेणे आणि समांगतेची किमान हानी होणे या गोष्टी ज्या सहजतेने करता येतात त्या सहजतेस सुकार्यता म्हणतात, अशी व्याख्या करण्यात आली आहे. सुनम्यता आणि समांगता यांचे महत्वावर अशाकरता भर देण्यात येतो की, त्यांची सुकार्यतेकरता जरुरी असते आणि तिचा जाणवेल इतका प्रभाव पूर्ण झालेल्या बांधकामाच्या कार्यावर आणि देखाव्यावर पडतो.

अंतर्भूत द्रव्यांचे प्रमाण तसेच त्या द्रव्यांच्या व्यक्तिगत वैशिष्ठ्यांवर सुकार्यता अवलंबून असते. कॉंक्रीट योग्यप्रकारे टाकता यावे व त्याचे दृढीकरण योग्यप्रकारे करता यावे म्हणून लागणाऱ्या सुकार्यतेची मात्रा, बांधकामाची मापे आणि आकार आणि प्रबलीकरण शिगां–मधील अंतर व त्यांचा आकार यांनी नियंत्रित केली जाते. उदाहरणार्थ, फरशीच्या लादी–

अनुकूलतम धारित वायु. अल्प जलांशासह
अल्प जलसिमेंट गुणोत्तर.
चांगला प्रतवारी केलेला मिलावा.
मळणी कमी टाकणारी, चांगला मोसमर मिलावा.
शक्य तितके बारीक दळलेले सिमेंट.
सुयुक्त गुणवती (कांक्रीटचे मसाले), स्पदन.

एक जिनसी काँक्रीट,
सुकार्य मिश्रण, संपूर्णतया मिश्रण कार्य.
योग्य प्रकारे हाताळणे.

पुरेसे मुरवण करणे
अनुकूल तपमान, किमान आर्द्रताहानि

उपयुक्त मिलावा
रासायनिक वर्तनाच्या दृष्टीने स्थिर.
मध्यम प्रमाणात मोठा आकार

उपयुक्त सिमेंट,
अल्पप्रमाणात C_3A MgO, मुक्त चुना.
अल्पशा Na_2O व K_2O आम्लांशी घटकांपासून मुक्त

शिळण्यास प्रतिरोध
तपमानातील बदल. आर्द्रतेतील बदल
गोठण व वितळण.

जलरोधकता

अल्प आयतन परिवर्तन

प्रतिकूल रासायनिक प्रक्रियेस प्रतिरोध
रासायनिक प्रक्रिया-
(द्रावकाचे) संपर्कातल.
मुख्यतः बाहेरील व इतर प्रक्रिया. स्थगित-

झीज प्रतिरोध
वाहते पाणी, यांत्रिकी घर्षण

टिकाऊपणा

अल्प जलांशासह अल्प जलसिमेंट गुणोत्तर (वरपहा)
एक जिनसी काँक्रीट (वरपहा)
पुरेसे मुरवण. (वरपहा)
निष्क्रिय मिलावा
सिमेंटमधील क्षारविरोधासह
काँक्रीटच्या परिस्थितीत स्थिर
उपयुक्त सिमेंट (वरपहा)
माती आणि भूजलातील क्षारास
प्रतिरोध करणारे
उपयुक्त पोझोलान, धारित वायु

अल्प जलांशासह अल्प जलसिमेंट गुणोत्तर
(वरपहा)
उच्च शक्ति, पुरेसे मुरवण. (वरपहा)
दाट एक जिनसी काँक्रीट (वरपहा)
पृष्ठ भागाची खास सफाई
वाळूत घटित गुणवत्ता.
झीजप्रतिरोधक मिलावा.
यंत्रफणी.

नियंत्रित दर्जा
नियंत्रित प्रमाणीकरण
प्रयोगाद्वारे

चांगले एकसारखे काँक्रीट

नियंत्रित घुसळणी, पसरणी व मुरवण

दा बित

काटकसर

संधाचा चांगला दर्जा.
अल्पजलसिमेंट गुणोत्तर. पुरेसे मुरवण
यथोचित सिमेंट
मिलाव्याचा चांगला दर्जा.
स्वच्छतीय समकणतम
एकसारखी श्रेणीकर प्रतवारी
अनुकूल आकार व पोत
दाट काँक्रीट
अल्पमात्र, सुयुक्त सुकार्य मिश्रण.
कार्यक्षम मिश्रण, स्पदन
अल्पदाबयुक्त

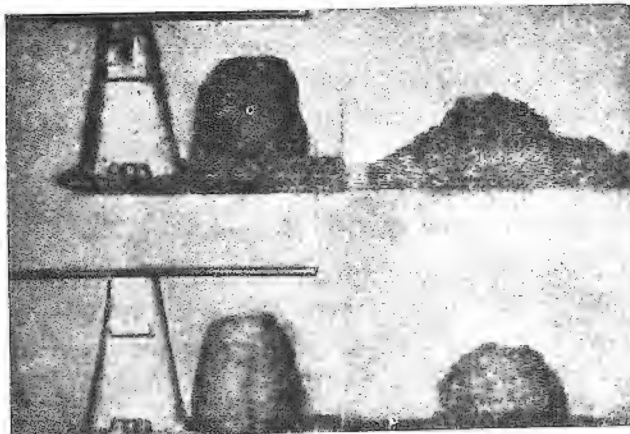
द्रव्यांचा प्रभावी उपयोग
कमाल आकाराचा मध्यम मिलावा
चांगली प्रतवारी. पोझोलान
किमान जलांश. किमान अवकाश.
किमान सिमेंट
प्रभावी क्रिया
खाली आवश्यक साहित्य. कार्यक्षम कार्यपद्धती,
यंत्रसामुग्रीची मांडणी आणि
संघटना, स्वयंचलित नियंत्रण
हाताळणीची सरलता,
एकसारखे सुकार्य मिश्रण
एकजिनसी काँक्रीट, स्पदन, वाहितव्य.

आ. १. - चांगल्या काँक्रीटचे प्रधान गुणधर्म, त्यांचे संबंध आणि त्यांना नियंत्रण करणारे घटक दाखविणारा तक्ता. चांगल्या एकसारख्या काँक्रीटच्या निर्मितीत अनेक बाबींचा संबंध येतो.

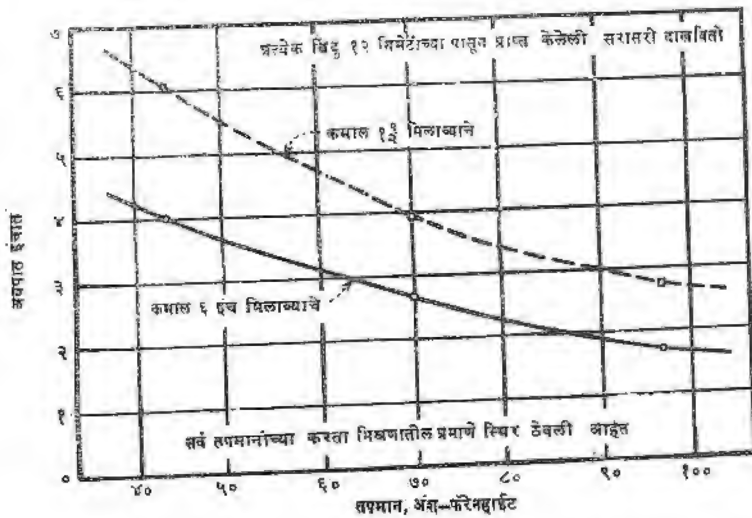
करता तयार केलेले, सुयोग्य सुकार्यता असलेले काँक्रीट पातळ आणि भारी प्रबलीकरण केलेल्या भागांकरता टाकणे कठीण जाते, इतकेच नव्हे तर, ते अनुपयुक्त होते. बऱ्याच वर्षांच्या कालावधीत काँक्रीटची सुकार्यता मोजण्याकरता अनेक साधने विकसित झाली आहेत. तथापि आता अंतर्भूत असलेल्या गुणधर्मांचे संपूर्ण मूल्यमापन कोणत्याही पद्धतीने करता येत नाही. या गुणधर्मात काँक्रीट टाकताना लागणारी सुविधा, सफाईचे गुण आणि नियोजनाच्या निस्रवण आणि अन्य प्रकारांचा समावेश असतो. वायुधारणेच्या उपयोगाने काँक्रीटच्या मिश्रणातील रुक्षता कमी करता आली आहे, पण अनुभवाने विकसित झालेल्या सारासार शक्तीवरच सुकार्यतेची निश्चिती अजूनही अवलंबून आहे. काँक्रीटची सघनता अगर द्रवपणा हा त्याच्या सुकार्यतेचा एक महत्वाचा घटक आहे आणि अवपात चाचणीमार्गे त्याचे योग्य अचूकतेने मापन करता येते. कार्यालयाच्या कामावर अवपात चाचणीचा वापर केला जातो, पण ती अशा तऱ्हेने केली जाते (आ. २ पहा, तसेच परिशिष्ठातील २२ वा तपशील पहा) की, काँक्रीटची सुकार्यता अजमावण्यात अधिक मदत मिळेल. एकच अवपात असलेले दोन मिश्रणांचे अवपात नमुने आ. २ मध्ये दाखविले आहे. उजव्या बाजूच्या दोन दृश्यात २२ व्या तपशीलात विहित केल्याप्रमाणे हे नमुने ठोकळ्याने ठोकून तयार केले आहेत. वरच्या दृश्यातील काँक्रीट शुष्क मिश्रणाचे केले आहे आणि त्यात सुक्ष्म द्रव्य आणि पाणी कमीत कमी वापरले आहे. स्पंदन करून सहजपणे दृढीकरण करता येईल अशा लाद्या, फरशी अगर भारी काँक्रीटच्या कामात ते सक्षम असू शकते, पण गुंतागुंतीच्या आणि भारी प्रबली–करण केलेल्या काँक्रीट टाकण्याच्या जागी ते संपूर्णतया निरुपयोगी होते. खालच्या दृश्यातील काँक्रीट सुनम्य व संसंजक मिश्रणाचे आहे व ते अवघड जागी टाकता यावे म्हणून त्यात जादा सुकार्यता ठेविली आहे, पण असे काँक्रीट सहज टाकता येईल अशा जागी वापरले तर ते अकार्यक्षम होईल व त्यातील सिमेंटचा अपव्ययहोईल; व त्यात सूक्ष्म कण आणि पाणी अतिरिक्त असेल. यावरून हे उघड आहे की, अवपात मापनाने जरी सघनता, सुकार्यतेचा पुरेपणा, यांच्यासंबंधी मौलिक कल्पना करता आली तरी बांधकामातील प्रत्येक भागात काँक्रीट कसे शिरते आणि चांगल्या स्पंदनाचा त्याच्यावर कसा परिणाम होतो यावरूनच अशा मिश्रणाची कार्यक्षमता अजमावता येईल. कार्यक्षम मिश्रणासाठी पूर्णपणे स्पंदन करून चांगले परिणाम मिळण्याकरिता जरूर असलेल्या सुकार्यतेपेक्षा फारशी जादा सुकार्यता लागत नाही.

काँक्रीटच्या अवपातावर तपमानाचा होणारा प्रभाव आ. ३ मध्ये दाखविला आहे.

कार्यालयाच्या बांधकामाच्या बाबतीत काँक्रीट टाकल्यावर पण त्याचे दृढीकरण होण्यापूर्वी कमाल अनुज्ञेय अवपात, भिंतीच्या माथ्यावर, स्तंभात, कठड्यात, पायट्यात आणि आडव्या अगर जवळजवळ आडव्या लाद्यांचे बाबतीत २ इंचाइतका विनिर्देशनात मर्यादित ठेवला आहे; कमानीच्या आणि बोगद्यांच्या बाजूच्या भितीतील काँक्रीटकरता ४ इंच आणि बांध-कामाच्या अन्य भागांच्या आणि कालव्याच्या अस्तराच्या काँक्रीटकरता ३ इंच ही अवपाताची कमाल मर्यादा ठेविली आहे. भारी काँक्रीटकरता अवपाताची कमाल मर्यादा सामान्यत:



आ. २. – कार्यालयाने सघनतेकरता केलेली अवपात चाचणी. कॉंक्रीटच्या सुकार्यते-विषयीची जादा माहिती. अवपात नमुना ठोकणीने ठोकून प्राप्त (उजव्या बाजूकडील दृश्ये पहा) केला आहे. P X-D-20717



(तुटक रेषेवरील १½ हा आकडा इंच असे समजावे.)

आ. ३. – दोन कमाल आकाराच्या मिलाव्यांपासून तयार केलेल्या कॉंक्रीटचा अवपात आणि तपमान यांचे संबंध. अंतर्वस्तूंतील तपमान जसजसे वाढते तसतसा अवपात कमी होतो. 288-D-1080.

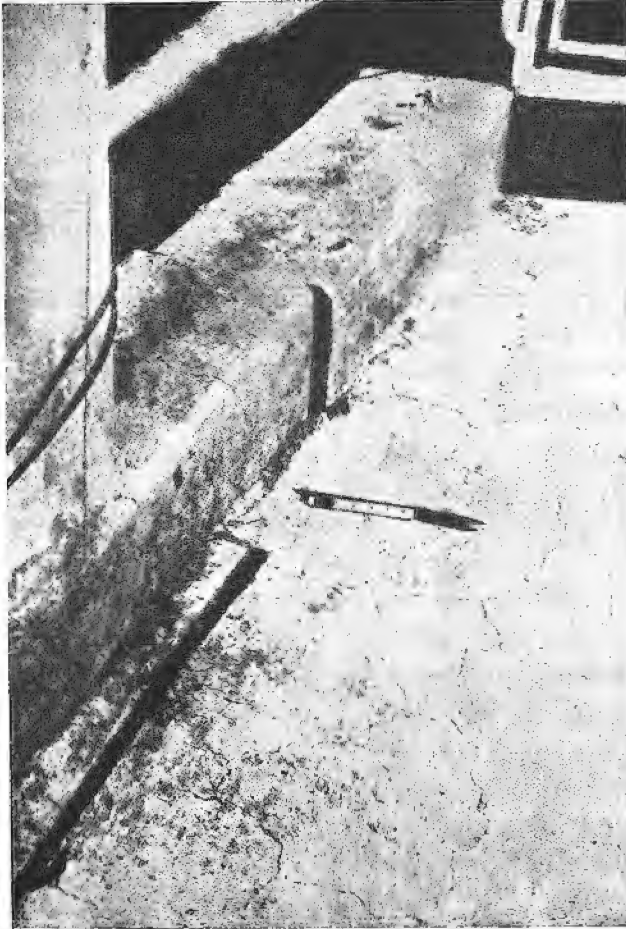
२ इंच ठेविली जाते. अवपाताच्या विनिर्दिष्ट मर्यादा ओलांडल्याखेरीज जर कॉंक्रीट टाकता येत नसेल तर मिश्रणातील घटकांच्या प्रमाणाचे समायोजन करावे लागेल असा निष्कर्ष काढण्यास हरकत नाही. इष्ट सुकार्यतेशी सुसंबद्ध असा कॉंक्रीटमधील किमान अवपात हवा असेल तर त्याकरता सिमेंट आणि पाणी कमीतकमी वापरावे लागेल. सामान्यपणे जितकी संघनता जास्त आर्द्र तितकी कॉंक्रीटची निस्त्रवणाकडे आणि चुन्यातील भरड मिलावा अलग होण्याकडे जास्त प्रवृत्ती होते.

६. टिकाऊपणा. – ज्या कामासाठी कॉंक्रीट वापरावयाचे आहे तेथील परिस्थितीतल्या अपक्षय, रासायनिक क्रिया, आणि झीज यासारख्या उपयोग–प्रक्रियांना समाधानकारकपणे जे कॉंक्रीट तोंड देते ते टिकाऊ आहे असे म्हणता येईल. कॉंक्रीटच्या टिकाऊपणाचे मापन करण्याकरता प्रयोगशाळेत चाचण्या घेण्याच्या अनेक पद्धती शोधून काढण्यात आल्या आहेत. पण कामावरील नोंदी आणि प्रयोगशाळेतील निष्कर्ष यांच्यातील प्रत्यक्ष सहसंबंध प्राप्त करणे अत्यंत अवघड झाले आहे.

(अ) अपक्षय प्रतिरोधकता – गोठण आणि वितळण यामुळे होणारे विदारण आणि अवरोधाखाली तपमानातील बदलामुळे आणि आळीपाळीने होणाऱ्या आर्द्रता आणि शुष्कता यामुळे होणारे संकुचन आणि विस्तरण ही कॉंक्रीटचे अपक्षयमूलक विघटन होण्याची मुख्य कारणे आहेत. जर द्रव्ये निवडताना कामाच्या सर्व टप्प्यात नियंत्रण ठेवण्याकडे काळजीपूर्वक लक्ष दिले तर अशा उघडे पडल्यामुळे होणाऱ्या परिणामांचे उत्तम प्रकारे प्रतिरोध करील असे कॉंक्रीट तयार करणे शक्य आहे. १४ (ब) या विभागात चर्चा केल्याप्रमाणे कॉंक्रीटमध्ये मुद्दाम लहान बुडबुड्यांच्या स्वरुपात वायुधारण करूनही त्याच्या टिकाऊपणात सुधारणा करण्यास मदत झाली आहे. शक्य तेथे उघड्या पडलेल्या कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागाचा पुरेसा जल–निकास होईल अशी तरतूद करणेही महत्वाचे आहे.

विशेषतः रंध्ररचनेच्या संबंधात हिमपरिणामाला कॉंक्रीटच्या होणाऱ्या प्रतिरोधाच्या बाबतीत आपणाला अजून बरेच शिकावयाचे आहे. गोठण आणि वितळणाच्या परिणामा–विरुद्ध कॉंक्रीटची प्रतिरोधकता त्याच्या जलरोधकतेमुळे बाधित होते हे उघड आहे. कारण (१) गोठण होणारे रंध्रातील मुक्तजल, केशक्रियेमुळे आणि दाबाखाली असणाऱ्या अंतर्प्रवाहामुळे अगर दोन्हींच्या क्रियांमुळे, सामान्यतः तेथे असते. आणि (२) प्रत्येक गोठ–णाच्यावेळी किती प्रमाणात रंध्रे भरून जातात त्यावर, अंशतः तरी, रंध्रभितीकडे पारेषित केलेल्या तुहिन क्रियेच्या दाबाची मात्रा अवलंबून असते. थोडक्यात म्हणजे, जितके जास्त जलरोधक कॉंक्रीट असते, तितकी पाणी आत शिरण्यास आणि त्याने पोकळ्या भरून जाण्यास जास्त अडचण येते, आणि तुहिन–क्रियेस जास्त प्रतिरोध होतो. जलरोधकतेच्या विषयाची आणखी चर्चा ७ व्या उपविभागात केली आहे.

(आ) रासायनिक खराबीला प्रतिरोध – सिमेंटमधील क्षार आणि मिलाव्यातील खनिज घटक यांच्यामधील रासायनिक प्रक्रियेमुळे कॉंक्रीटची खराबी पूर्णतः अगर अंशतः होते आणि तिच्या वैशिष्ट्याचे निरीक्षण खालीलप्रमाणे करता येते. –



आ. ४ – "क्षार–मिलावा" प्रक्रीयेमुळे बाधा झालेल्या काँक्रीटच्या उघड्या पृष्ठभागा-वरील भेगांची विशिष्ट रचना –

(१) बऱ्याच मोठ्या प्रमाणात वाकड्या तिकड्या चिरा पडणे (आ. ४ पहा); (२) अतिशय असे अंतर्गत आणि सर्वसाधारण विस्तारण होणे, (३) काँक्रीटच्या पृष्ठभागावर असे मोठे तडे पडणे (१॥ इंचापर्यंत रुंद तडे नजरेस आले आहेत), की जे ६ ते १८ इंचाइतक्याच अंतरापर्यंत काँक्रीटच्या आत गेले आहेत; (४) चिकट स्राव आणि पांढरट अनाकार थर तयार होणे; हे थर काँक्रीटच्या पृष्ठभागावर आणि काँक्रीटमध्ये अशा दोन्हीहि ठिकाणी, विशेषत: त्यातील पोकळ्यात अगर मिलाव्यातील खराब झालेल्या तुकड्यांच्या नजीक, निर्माण होतात (५) अधिक्रियाशीलतेचे परीसरीय विभाग पडणे, मिलाव्यातील विशेषत: दुधी दगड आणि अधिसिलिक व मध्यम ज्वालामुखी खडकांच्या कणात बदल होणे अगर त्यांत अंत:सरण होणे आणि (६) नुकत्याच भंगलेल्या काँक्रीटला निर्जीव व खडूसारखे स्वरुप येणे.

निरनिराळ्या रासायनिक पदार्थांच्या संपर्कामुळेही काँक्रीटची खराबी होते. असुरक्षित काँक्रीटवरील अनेक पदार्थांची रासायनिक क्रिया सारणी १ मध्ये दाखविली आहे. सामान्य मार्गदर्शन करावे एवढाच या सारणीचा हेतू आहे, आणि यादीत ज्या लवणांचा परिणाम होत नाही असे म्हटले आहे त्यांचे उच्च संकेंद्रण झाले असता अगर उच्च तपमानात ती क्रिया परिणामकारक ठरण्याची शक्यता असते. पुढे दिलेल्या तिन्हीपैकी कोणाच्याही एका स्वरुपात हा परिणाम दिसू शकतो:

(१) विरघळणाऱ्या पदार्थामुळे काँक्रीटला गंज चढणे. हा गंज अपक्षालन करून काढून टाकता येतो. कार्बनिक अगर अकार्बनिक आम्लांचा परिणाम या वर्गात मोडतो. कार्यालयीन कामावर आम्लाकडून होणारे परिणाम क्वचित आढळून येतात, ही एक सुदैवाची परिस्थिती आहे, कारण सारणी १ मध्ये नमूद केलेल्या आम्लांच्या प्रकारांना कोणत्याही प्रकारचे पोर्टलंड सिमेंट प्रतिरोध करू शकत नाही. जेथे आम्लांच्या अपक्षरणाची शक्यता दाखविली आहे तेथे योग्य प्रकारचे पृष्ठावरण घालावे अगर अन्य उपचार करावेत.

सारणी १ – दृढीकरण केलेल्या काँक्रीटवरील अनेक पदार्थांचे परिणाम.

पदार्थ	असंरक्षित काँक्रीटवरील परिणाम
दाट, हलकी आणि उडून जाणारी पेट्रोलियन तेले	काहीही नाही.
कोळशाच्या डांबराचे आसवन	काहीही नाही अगर अगदी थोडे
अकार्बनिक आम्ले	विघटन.
कार्बनिक द्रव्ये –	
असेटिक आम्ल –	मंद विघटन
ऑक्सॅलिक आणि शुष्क कार्बोनिक आम्ल.	काहीही नाही.

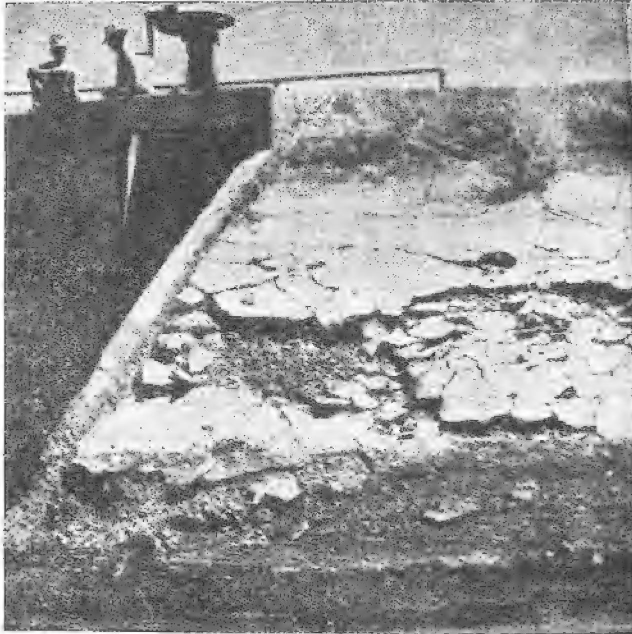
पाण्यात मिसळलेले कार्बनिक आम्ल.	मंद परिणाम.
लॅक्टिक आणि टॅनिक आम्ले.	,, ,,
वनस्पति तेले.	किंचित अगर अत्यंत अल्प परिणाम.
कार्बनिक लवणे –	
कॅल्शियम, सोडियम, मॅग्नेशियम, पोटॅशियम, आल्युमिनियम, लोह यांची सल्फेट्स	सक्रीय परिणाम.
सोडियमची आणि पोटॅशियमची क्लोराइडे	काहीही नाही.
मॅग्नेशियम आणि कॅल्शियमची क्लोराइडे	किंचित परिणाम.
संकीर्ण –	
दुध –	मंद परिणाम.
साईलेज रस –	,, ,,
मळी, मक्याचे सायरप आणि ग्लुकोज	मंद परिणाम.

जेव्हा सिमेंट आणि पाण्याचा संयोग होतो त्यावेळी तयार होणाऱ्या संमिश्रणात जलयोजित चुना हा घटक असतो व तो पाण्यात सहज विरघळतो. (विरघळलेल्या कार्बनडायॉक्साईडच्या उपस्थितीत तो जास्त परिणामकारक होतो.) तो अयोग्य उपचार केलेल्या प्रतलांच्या बाजूने चिरांत अगर एकमेकाशी जोडलेल्या पोकळ्यात शिरतो. हे अगर इतर घनपदार्थ अपक्षालनाने निघून गेल्याने कॉंक्रीटच्या दर्जात गंभीरपणाची क्षीणता येण्याची शक्यता असते. जेव्हा सामान्यत: कॉंक्रीटच्या पृष्ठ-भागावर पांढरा थर, अगर "बुडबुडे" दिसतात तेव्हा तो अपक्षालनाचा आणि नंतरच्या कार्बनीकरणाचा आणि बाष्पीभवनाचा परिणाम असतो.

(२) विरघळण्याची कमी क्षमता असलेले संमिश्रण तयार होईल असे काही पदार्थ सिमेंटमध्ये मिसळले जातात आणि ते कॉंक्रीटचे विघटन करतात. कारण ज्यापासून ते बनलेले असतात त्या सिमेंटच्या गंधाच्या आकारापेक्षा त्यांचा आकार जास्त मोठा होतो. रासायनिक आणि भौतीक बले एकत्र येणे हे विघटनाचे कारण असू शकते. घट्ट कॉंक्रीटमध्ये अशा प्रकारचा परिणाम बराचसा वरवरचा असतो. सच्छिद्र कॉंक्रीटच्या संपूर्ण भागाचे नुकसान होते. कार्यालयासाठी केलेल्या कॉंक्रीटच्या बांधकामावर दुष्परिणाम करणाऱ्या पदार्थात सर्वात प्रमुख पदार्थ सोडियमचे, मॅग्नेशियमचे आणि कॅल्शियमचे सल्फेट हे आहेत. ह्या क्षारांना पांढरे क्षार असे म्हण-तात आणि ते युनायटेड स्टेटस्च्या पश्चिमार्धातील "क्षार" जमिनीत आणि भूजलात आढळून येतात.

या क्षारांचे जितके अधिक संकेंद्रण होते तितके त्यापासून जास्त परिणामकारक क्षरण होते. शुष्क हवामानात जेव्हा सल्फेटचे द्रावण कमीत कमी पातळ असते,

तेव्हा त्याची शक्ती वाढते. सिमेंटच्या गंधातील जलयोजित चुना आणि जलयोजित कॅल्शियम अल्युमिनेट यांच्यावर सल्फेटची रासायनिक क्रिया होते. त्यामुळे अनुक्रमे कॅल्शियम सल्फेट आणि कॅल्शियम सल्फो अल्युमिनेट तयार होतात. या प्रक्रिया होत असताना गंधाचे बऱ्याच प्रमाणात विस्तारण आणि विघटन होते. आ. ५ मध्ये कालव्याच्या अस्तरावरील आणि एका त्रिशाखन भिंतीवरील सल्फेटच्या आघाताचा परिणाम दाखविला आहे. मेद्य कॅल्शियम अल्युमिनेट कमी प्रमाणात असलेल्या सिमेंटचे काँक्रीट, सल्फेट युक्त माती आणि भूजल यांच्या आघाताला, उच्चप्रकारे प्रतिरोध करते. (पहा विभाग १५ व.) मातीतील आणि भूजलातील सल्फेटांच्या काँक्रीटवरील आघातांचे तौलनिक मान सारणी क्र. २ मध्ये दिले आहे.



आ. ५ – सल्फेटच्या परिणामामुळे झालेले काँक्रीटचे विघटन. PX-D-32050.

सारणी क्र. २ – सल्फेटची निरनिराळी संकेंद्रणे असलेल्या माती आणि पाण्याचा कॉंक्रीटवरील आघात.

सल्फेटच्या आघाताची तौलनिक मात्रा.	मातीच्या नमून्यातील पाण्यात विरघळणाऱ्या सल्फेटांची टक्केवारी (SO_4 च्या स्वरुपात)	पाण्याच्या नमुन्यातील दर दशलक्ष भागातील सल्फेट (SO_4 च्या स्वरुपात)
क्षुल्लक	०.०० ते ०.१०	० ते १५०
निश्चयात्मक[१]	०.१० ते ०.२०	१५० ते १,०००
बऱ्याच प्रमाणात[२]	०.२० ते ०.५०	१,००० ते २,०००
तीव्र प्रमाणात[२]	०.५० च्या वर	२,००० च्या वर

(१) प्रकार II चे सिमेंट वापरावें.

(२) प्रकार V चे सिमेंट वापरावे.

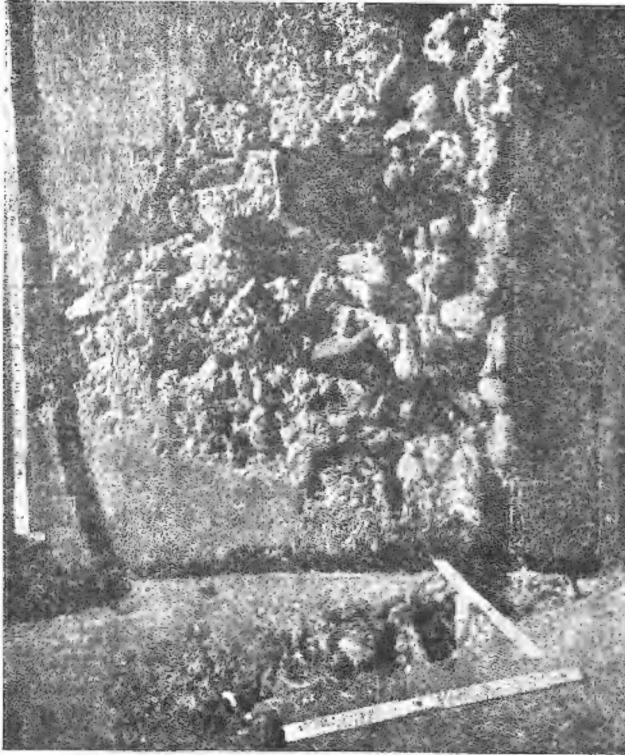
(३) जेव्हा कॉंक्रीटला आळीपाळीने आर्द्र आणि शुष्क अवस्थांना तोंड द्यावे लागते तेव्हा सोडियम–कॉर्बोनेटसारख्या काही क्षारांमुळे कॉंक्रीटच्या छिद्रात स्फटिकीभवन होऊन त्याच्या पृष्ठभागाचे विघटन होते. अशी क्रिया निव्वळ भौतिक असावी असे दिसते.

(इ) क्षरणाला प्रतिरोध – वाहणाऱ्या पाण्यातील अपघर्षक द्रव्यांची हालचाल व वाहतुकीमुळे होणारे संघर्षण आणि आघात, वायुक्षेपण, तरंगणाऱ्या बर्फाचा आघात, आणि निर्वातन, ही कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागाचे क्षरण होण्याची प्रमुख कारणे आहेत.

निर्वातन हे विनाशकारी कारणापैकी सर्वात प्रमुख कारण आहे आणि कितीही चांगल्या दर्जाचे कॉंक्रीट असो ते त्याला फारच थोडे प्रतिकार करू शकते. तीव्रगती प्रवाहाखाली येणाऱ्या कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागावरील मार्गरेखनात अडथळा आला अगर एकदम बदल झाला तर त्यामुळे अडथळ्याच्या अगर एकदम झालेल्या बदलाच्या जागेच्या अनुप्रवाही दिशेकडील निकटच्या पृष्ठभागाविरुद्ध तीव्र असा कमी वायुभारदाबाचा विभाग निर्माण होतो. जल–बाष्पाच्या तीव्रगतीने फिरणाऱ्या लहान लहान बुडबुड्यासारख्या पोकळ्या अंतःकीर्ण झालेल्या आहेत अशा खळखळणाऱ्या पाण्याने हा विभाग तात्काळ भरून जातो. या विभागाच्या अपरप्रवाही कडेजवळ जलबाष्पाच्या पोकळ्या तयार होतात, त्या विभागामधून या पोकळ्या पार होतात आणि निकटच्या अनुप्रवाही बिंदूजवळ त्यांचे संघनन होऊन त्या फुटून जातात. त्या पोकळ्यांच्या सीमावरील पाणी तीव्र वेगाने त्यांच्या मध्याकडे धाव घेते. आणि त्यावेळी त्यांचा पात होतो. पोकळ्या बनणे, त्यांचे संचलन आणि पात अगर अंतःस्फोट यांचा समावेश असलेल्या या एकूण प्रक्रियेला निर्वातन असे म्हणतात.

कॉंक्रीटचे विघटन होण्याइतकाच नव्हे तर कठीणात कठीण धातूंवर पोचे पाडण्याइतका पुरेसा तीव्र आणि संकेंद्रित आघात एका लहान बाष्पपोकळीच्या फुटण्याने निर्माण होऊ

शकतो ही आश्चर्यजनक गोष्ट आहे असे वाटते. पण हे शक्य आहे व ही नेहमीच घडणारी गोष्ट आहे हे सिद्ध करण्यास भरपूर पुरावा मिळतो. द. चौ. इं. स १,००,००० पौंडाइतका उच्च दाब, फुटण्याच्या आघातातून, निर्माण होतो असा अंदाज केलेला आहे. असे हे उच्च-शक्तीचे धक्के वरचेवर बसू लागले की अखेरीस निर्वातन क्षरण या नावाने ओळखल्या जाणाऱ्या पोच्यांची अगर छिद्रांची निर्मिती होते. जेव्हा पाण्याचा स्वाभाविक मार्ग आणि नाल्याचा अगर नळीचा पृष्ठभाग यांच्यामधील अपसरण एकदम होते, अगर चांगले फर्मे न वापरल्यामुळे अगर योग्य झिलई न केल्याने कालव्याच्या अगर नळीच्या खराब झालेल्या काँक्रीटच्या पृष्ठभागावर आढळून येणारे तुटक झुकाव अगर खाचे जेव्हा निर्माण होतात



आ. ६ – दरवाजाच्या खोबणीच्या निकटच्या काँक्रीटचे निर्वातनक्षरण. पृष्ठभागाशी पाण्याचा पूर्णपणे संपर्क राहील व असे तीव्र गती असलेले पाणी खळबळ न होता वरून वाहील असा काँक्रीटला जर आकार दिला नाही तर निर्वातन क्रियेमुळे गंभीर प्रमाणात क्षरण होते. PX-D-32048.

तेव्हा तीव्र गतीने वाहणाऱ्या स्वच्छ पाण्यात निर्वातन होण्याची शक्यता असते. जेव्हा पाणी आडव्या अगर उतरत्या पृष्ठभागावरुन अगर उदग्र पृष्ठाच्या बाजूने वाहते तेव्हा निर्वातन होणे शक्य असते. दरवाज्याच्या खोबणीच्या निकटच्या पृष्ठभागावरील निर्वातन–क्षरण, आ. ६ मध्ये दाखविले आहे. पोकळ्या फुटत असताना फटफट आणि तुडतुड असे आवाज (कडकडा) होतात.

प्रतिकृतींच्या अभ्यासावरुन आणि क्षेत्रिय कार्यवाहीच्या नोंदीवरुन मिळालेल्या माहिती–मुळे बहुतेक बांधकामातील निर्वातन नाहीसे करणे अभिकल्पकांना शक्य झाले आहे आणि त्या दिशेने अजूनहि प्रगती चालू आहे. पराकोटीच्या उदाहरणात जेथे कमी दाबांची निर्मिती टाळता येत नाही अशा क्रांतीक क्षेत्रांचे संरक्षण, कधीकधी त्यांच्या दर्शनी भागावर धातू अगर कॉंक्रीटपेक्षा निर्वातनाचा जास्त चांगल्याप्रकारे प्रतिकार करु शकतील अशा सुयोग्य द्रव्यांचे आवरण घालून करण्यात येते.

जास्त शक्तिशाली आणि झीज प्रतिरोधक कॉंक्रीट वापरण्याने, वाहणाऱ्या पाण्यातील अपघर्षण, द्रव्यांचे संचलन, सघर्षण, वाहनांचे आघात, वायुक्षेपण आणि तरंगणाऱ्या बर्फाचा आघात यामुळे होणाऱ्या क्षरणाच्या बलापासून काहीसा सुटकावा मिळतो; तथापि, निर्वातन-क्षरणाच्या बाबींच्याप्रमाणे. या बलांच्यापासून संरक्षण करण्याचा सगळ्यात जास्त उपयुक्त, उपाय, योग्य प्रकारच्या कॉंक्रीटच्या संरचनांचे अभिकल्पन, बांधकाम आणि कार्यवाही करुन त्यांची कारणेच निर्माण होवू न देणे, ती नाहीशी करणे अगर कमी करणे, हा आहे.

७. **जलाभेद्यता –** कॉंक्रीट जर संपूर्णपणे भरीव पदार्थाचे बनविले तर असे दृढीभूत झालेले कॉंक्रीट संपूर्णतया जलाभेद्य होऊ शकते तथापि. मिलाव्यांच्या कणांतील सर्व जागा भरीव व संयोजी माध्यमांनी भरुन कॉंक्रीट तयार करणे व्यवहार्य असत नाही. सुकार्य मिश्रण प्राप्त करण्यासाठी सिमेंटच्या जलयोजनेत लागणाऱ्या पाण्यापेक्षा जास्त पाणी वापरण्यात येते. या अतिरिक्त पाण्यामुळे रिक्तता अगर पोकळ्या निर्माण होतात; त्या एकमेकांशी जोडल्या जाण्याची आणि त्यामूळे एक सलग मार्ग निर्माण होण्याची शक्यता असते. शिवाय जलयोजनित निरपेक्ष आयतन हे मूळच्या सिमेंट आणि पाण्याच्या निरपेक्ष आयतनांच्या बेरजेपेक्षा कमी असते. यामुळे, जसजसे जलयोजन होत जाते तसतसे, मूळच्या ताज्या सिमेंटच्या गंधाने व्यापलेल्या जागेइतकी जागा दृढीभूत सिमेंटचे गंध व्यापू शकत नाही; परिणामतः दृढीभूत सिमेंटच्या गंधात ज्यादा पोकळ्या राहतात. बुध्या धारित केलेल्या आणि अडकलेल्या वायुमुळे सुद्धा कॉंक्रीटमध्ये रिक्तता निर्माण होते. तथापि, कॉंक्रीट पारगम्य होण्याऐवजी या पहिल्या वायूमुळे ते जलाभेद्य होण्यास मदत होते, याचे पुढे स्पष्टीकरण करण्यात आले आहे.

वरील चर्चेवरुन हे दिसून येईल की दृढीभूत कॉंक्रीटमध्ये मूलतःच कमीजास्त प्रमाणात पाणी शिरु शकते; असे पाणी केसासारख्या रंध्रांतून आत शिरते अगर दाब पडून आत सारले जाते. असे असले तरी पारगम्यतेवर अशा तऱ्हेने नियंत्रण ठेवावे की, टिकाऊ व जलाभेद्य संरचना करणे हा प्रश्न अवघड होणार नाही.

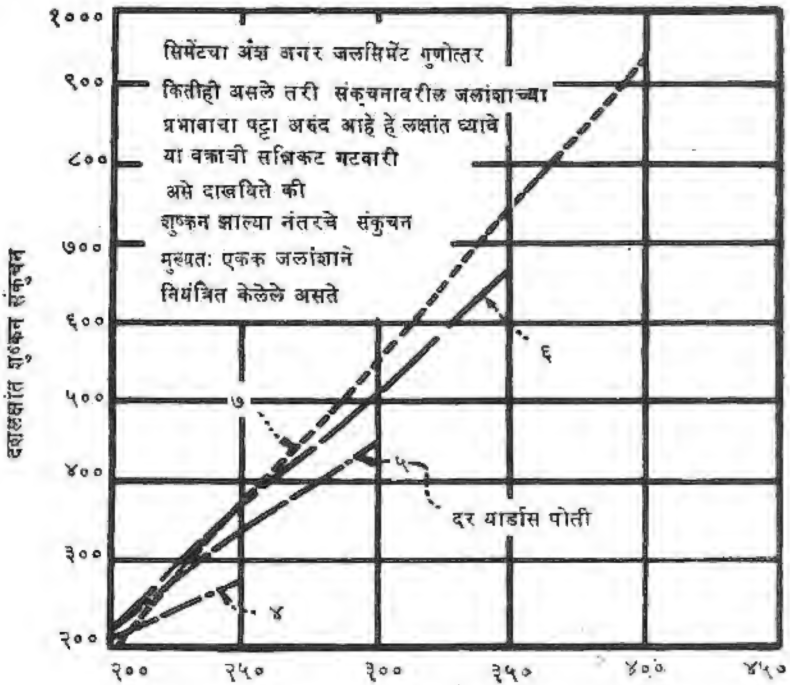
सुघटय काँक्रीटच्या अंतर्रचनेचा विचार केला म्हणजे काँक्रीटच्या अंतर्निहित पारगम्यतेची कल्पना येते. काँक्रीट जागेवर टाकताक्षणीच, सिमेंटच्या कणांसह भरीव द्रव्ये अस्थिर साम्यावस्थेत असतात आणि ती तळाशी जाऊ लागली की पाणी वर ढकलले जाते. यामुळे जलनाल्यांच्या साखळ्या निर्माण होण्यास सुरवात होते व त्यातील काही पृष्ठभागापर्यंत जातात. मिलाव्यातील मोठे तुकडे हळूहळू बिंदुसंपर्काने अगर अन्य प्रकारे स्थिर होऊ लागतात आणि जास्त अवस्थापन चालू राहील असा त्यांचा एक सांगाडा बनतो. चुन्याच्या अवस्थापनाने आणखी पाणी वर ढकलले जाते; त्यातील काही मिलाव्याच्या मोठ्या तुकड्याखाली स्थिरावते. अखेरीस सिमेंटची, वाळूच्या कणांच्या मधून जलसिमेंटच्या मिश्रणाच्या बाहेर अवस्थापन होण्याकडे (सिमेंटचे कण तरंगण्याचे थांबण्यापूर्वी जलसिमेंट गुणोत्तर वजनाने ०·३० इतका कमी असावा लागतो.) आणि अवस्थापित सिमेंटच्या गंधावर जलरिक्तता राहू देण्याकडे, प्रवृत्ती होते. हा टप्पा पुरा होतो त्यावेळी मिसळलेल्या काँक्रीटमधील मूळचे पाणी, जे अनिष्ट रिक्तता निर्माण होण्याचे प्रमुख कारण असते, ते गंधात एकसारख्या प्रमाणात वाटले गेलेले नसते. आणि ते (१) मिलाव्यांच्या कणांच्या खाली तुलनेने मोठ्या जागात, (२) विस्थापित सिमेंटच्या कणांतील सूक्ष्म अंतराव–काशात, आणि (३) एकमेकाशी जोडणाऱ्या धाग्यासारख्या जाळीदार जलमार्गात भरुन राहते. वायुधारक काँक्रीटमधील रंध्रांची आंतररचना काहीशी भिन्न असते. कारण हवेचे संमिलित न होणारे आणि अलग झालेले अंडगोल बऱ्याच प्रमाणात निस्रवण कमी करतात आणि तसेच जलनालींची रचनाही लहान करतात. सिमेंटचे जलवियोजन जसजसे होत जाते (जरुर तितके पाणी पुरवले जाते असे समजून) तसतसे श्लिषि निर्मितीमुळे पोकळ्यांचा आकार कमी होतो आणि त्यामुळे काँक्रीटच्या जलरोधात मोठ्या प्रमाणात वाढ होते. या कारणास्तव अपारगम्य आणि जलाभेद्य काँक्रीट प्राप्त करण्याकरता बऱ्याच कालपर्यन्त संपूर्णपणे सुरवण करावे लागते व ही एक महत्वाची बाब असते.

८. आयतन परिवर्तन – आयतनात अतिशय प्रमाणात फरक पडण्याने काँक्रीटला हानी पोहोचते. संकुचनामुळे व अपुऱ्या तणावशक्तीमुळे बंदिस्त काँक्रीटमध्ये चिरा पडतात. अभिकल्पित भार सहन करण्याचे काँक्रीटचे सामर्थ्य कमी करणाराच केवळ चिराळणे हा घटक असतो असे नव्हे तर त्यामुळे टिकाऊपणा आणि देखणेपणावरहि गंभीर परिणाम होतो. चिरात पाणी शिरुन टिकाऊपणावर अनिष्ट परिणाम होतो. आणि परिणामतः अपक्षालनाचा आणि प्रबलीकरण शिगांना गंज चढण्याचा वेग वाढतो; विशेषता काँक्रीटला गोठण आणि वितळणाला तोंड द्यावे लागते तेव्हा त्याचे विघटन होते. जेव्हा काँक्रीटमध्ये क्षारप्रतिक्रिया होणारे मिलावे आणि उच्च क्षार असलेले (म्हणजेच ज्यात सोड्याचा तुल्यांक प्रतिशत ०·६० पेक्षा जास्त असतो असे) सिमेंट असते अगर त्यात विरघळणारे सल्फेट असणारे पाणी असते तेव्हाही असे काँक्रीट विघटनास पात्र होते. अंतर्वस्तूंच्या आयतन परिवर्तनांच्या गुणधर्मात फरक पडून निर्माण झालेल्या अवकलन प्रतिबलांची (परिच्छेद १८(१) पहा) काँक्रीटमधील रचना व सिमेंटचे गंध व मिलाव्यातील कण

यांच्यामधील बंध मोडून टाकण्याकडे प्रवृत्ती होते, आणि विशेषत: वारंवार होणाऱ्या विस्तारण आणि संकुचनामुळे कॉंक्रीटचे विघटन होण्यास ही अवकलन प्रतिबले कारणीभूत होतात. तसेच अवरोधनाखाली कॉंक्रीटच्या वितरण–जोडापाशी पापुद्रे अगर अतिशय संपीडक प्रतीबले निर्माण होतात.

अनेक घटकांचा शुष्कन संकुचनावर परिणाम होतो. व महत्वानुक्रमाप्रमाणे एकक जलांश, मिलाव्याची रचना, आणि प्रारंभीक आर्द्र मुखणाचा अवधी यांचा त्यात समावेश असतो. (आ. ७ पहा). दृढीभूत कॉंक्रीटचे प्रधान शुष्कनसंकुचन सिमेंट "श्लिषि" च्या शुष्क होण्यामुळे व संकुचनामुळे होते व हे जेल पोर्टलंड सिमेंटच्या जल योजनेमुळे तयार होते.

मिलाव्याचा आकार व प्रमाण, मिश्रणांचा उच्चपणा हे, इतर घटकांमधील शुष्कन संकुचनावर परिणाम करणारे घटक आहेत. कारण मिश्रणातील एकूण जलराशीवर त्यांचा प्रभाव पडतो.



दर घ. यार्डास कॉंक्रीट करता पौंडात पाणी

आ. ७– संकुचन, सिमेंटचा अंश, आणि जलांशाचे परस्पर संबंध. ताज्या कॉंक्रीटमधील कक जलांश हे संकुचनाचे प्रत्यक्ष फलन आहे, हे या तक्त्यावरून दिसते. 288-D-2647.

तसेच कोणत्याहि प्रकारचे पोझोलान कॉंक्रीटमध्ये मिसळण्याने त्याचे शुष्कन संकुचन बिनचूक वाढते. पण जेथे पाण्याची गरज प्रामुख्याने कमी असते तेथे हे घडत नाही. प्रारंभिक शुष्कन संकुचन, जे नंतरच्या पुनरार्द्रणामुळे होणाऱ्या विस्तारापेक्षा काहीसे जास्त असते, ते शुष्कावस्थेत २०० दशलक्षांपेक्षा कमी, या प्रमाणापासून चांगल्या प्रतीचा मिलावा असलेल्या निबल मिश्रणात अगर साधारण प्रतीच्या मिलाव्यांच्या काही कॉंक्रीटमध्ये एक हजार दश–लक्षांपेक्षा जास्त इतक्या प्रमाणापर्यंतच्या मर्यादेत असते.

कोठल्याही कारणाने निर्माण झालेल्या संपीडक प्रतीबलाला कॉंक्रीट चांगल्या प्रकारे तोंड देते. परंतु त्याची अंतीम तणावशक्ती संपीडक शक्तीच्या दहा टक्क्यापेक्षा क्वचितच जास्त असते. शुष्क होत असताना संकुचनामुळे उच्च तणाव प्रतिबले निर्माण होतील इतके कॉंक्रीटचे अवरोधन झाले तर निश्चितपणे ते चिराळते. एकूण अवरोधामुळे द. चौ. इं.स ६०० पासून कित्येक हजार पौंडापर्यंत तणाव प्रतिबले सैद्धांतिकरीत्या निर्माण होऊ शकतात व ते विशिष्ट मिश्रणातील संकुचन व प्रत्यास्थ गुणधर्मांवर अवलंबून असते.

स्वनात आयतन परिवर्तन हे कधी कधी विस्तारण स्वरूपात असले तरी सामान्यतः ते संकुचनात्मक असते आणि ते संपूर्णतया कॉंक्रीटमधील रासायनिक प्रतिक्रिया व वार्धक्यामुळे होते. शिवाय, शुष्कनामुळे अगर अन्य बाहेरील प्रभावामुळे होणाऱ्या आयतन परिवर्तनाशी त्याचा कोणत्याही प्रकारे संबंध नसतो. स्वजात संकुजनाची मात्रा व्यापक प्रमाणात बदलते. आजतागायत निरीक्षण केलेल्या किमान दहा दशलक्षांशा इतक्या क्षुल्लक मुल्यापासून १५० दशलक्षांशापेक्षा काहीशा जास्त मूल्यापर्यंत ही मात्रा बदलू शकते. स्वजात संकुचन, शुष्कन संकुचनाच्या उलट रीतीने जलांशावर अवलंबून नसते. परंतु ते एकूण संयोजक द्रव्यांची राशी आणि गुणधर्मांवर उच्च प्रमाणात अवलंबून असते. ते निबल मिश्रणातल्यापेक्षा उच्च मिश्रणात अधिक असते. पोर्टलंड सिमेंट पोझोलान कॉंक्रीट, पोझोलान नसलेल्या तशाच प्रकारच्या मिश्रणापेक्षा, नेहमीच जास्त स्वजात संकुचन निर्माण करते. सामान्यतः सर्वात महत्वाचे स्वजात संकुचन कॉंक्रीट टाकल्यावर पहिल्या ६० ते ९० दिवसात घडून येते.

एकक लांबीत,तपमानात एक अंश बदल (औष्णिक विस्तारण अगर संकुचन) होत असताना, लांबीत होणाऱ्या फरकास औष्णिक विस्तारण गुणांक म्हणतात. कॉंक्रीटचा औष्णिक गुणांक मुख्यतः भरड मिलाव्याचा प्रकार व राशीप्रमाणे बदलतो. आणि मिश्रणाचा गाढेपणा आणि जलांश व अन्य घटकांचा त्यावर परिणाम अल्प होतो. निरनिराळ्या खनिज मिलाव्याच्या औष्णिक गुणांकांची मर्यादा, दर अंश F ला २ दशलक्षांशापेक्षा कमी ते साडेसात दशलक्षांशा-पेक्षा जास्त इतकी असते. कॉंक्रीटचा गुणांक सामान्यपणे त्यातील निरनिराळ्या घटकांच्या भारित गुणांकांच्या सरासरी गुणांकाइतका अंदाजी असतो; म्हणजेच भरड मिलाव्याचा सगळ्यात जास्त परिणाम होतो.

सिमेंटच्या नितळ गंधाचा (श्लिषि) औष्णिक विस्तारणावर अल्प परिणाम होतो. संतृप्तता, काल अगर जलयोजनाची मात्रा आणि रासायनिक रचना यांच्यावर सिमेंटच्या नितळ गंधाचे हे गुणांक अवलंबून असतात व त्यांची मर्यादा सहा दशलक्षांशापेक्षा कमी ते

बारा दशलक्षांशापेक्षा जास्त असते. शुष्क अगर संतृप्त अवस्थेत चांगले मुरवण केलेल्या नमुन्याच्या या गुणांकांची सामान्य मूल्ये पाच आणि आठ दशलक्षांशांच्या दरम्यान असतात; तथापि मध्यवर्ती आर्द्रतांशामुळे जास्त औष्णिक विस्तारणे होतात.

सामान्यतः फोडलेले द्रव्य सोडून इतर कॉंक्रीटचे मिलावे निरनिराळ्या दगडांची विषम–रुप मिश्रणे असतात आणि त्यातील सर्वात सामान्य द्रव्यातील खनिजाच्या सरासरीप्रमाणे ती कार्य करतात. म्हणून अंदाज करण्याकरता, तपमानात एक अंश फरक झाला असताना सरसकट कॉंक्रीटच्या स्वतःच्या लांबीत सुमारे ५.५ दशलक्षांशाइतका फरक पडतो. मिलावा आणि सिमेंटचे गंध या दोन्हींच्या आयतनांमध्ये तपमानातील फरकामुळे बदल होतो. पण आर्द्रता आणि शुष्कन यामुळे आयतनात होणारा फरक मुख्यतः सिमेंटच्या गंधात होतो असे सामान्यतः मानण्यात येते. तथापि, उष्णता आणि आर्द्रता या दोन्हीमुळे होणाऱ्या आयत–नातील फरकामुळे एकच प्रकारचा विघटनात्मक परिणाम होतो. मिलाव्यातील अभिक्रिया–शील घटकांच्या आणि सिमेंटमधील (Na_2O आणि K_2O) आम्लांच्यामध्ये झालेल्या रासायनिक प्रतिक्रियेमुळे होणाऱ्या आयतनातील फरकामुळेसुद्धा खराबी होऊ शकते. आणि कॉंक्रीटच्या बांधकामाशी संपर्क असलेली मातीत आढळून येणारी विरघळणारी सल्फेट्स आणि भूजल आणि सिमेंटमधील ट्राय–कॅल्शियम अल्यूमिनेटचे (C_3A) संयुग यांच्यातील रासायनिक प्रतिक्रियेमुळेही खराबी होते.

आंतरिक आणि बहिर्बलांच्या योगे किती प्रमाणात संकुचनाला प्रतिरोध होतो यावर आयतन परिवर्तनामुळे कॉंक्रीटमध्ये पडणाऱ्या चिरा बऱ्याच प्रमाणात अवलंबून असतात. ज्याचे पृष्ठभाग कोरडे अगर थंड होत आहेत परन्तु त्याचवेळी ज्याच्या वस्तुमानाच्या आतील भागावर काही परिणाम झालेला नाही असा कॉंक्रीटचा मोठा ठोकळा हे, बाहेरून चिरा पडण्यास कारणीभूत होणाऱ्या आंतरिक अवरोधाचे एक उदाहरण आहे. कालव्याच्या कॉंक्रीटचे अस्तर हे त्यावर पडणाऱ्या आंतरिक अवरोध आणि बहिरावरोध अशा दोन्हींचे उदाहरण आहे. बहिरावरोध अधस्तराच्या प्रकारावर व परिस्थितीवर अवलंबून असतो. वाळूसारख्या अधस्तरावर टाकलेल्या अप्रबलित अस्तराचा फारसा अवरोध होत नाही, आणि कॉंक्रीट सुके होण्यामुळे पडणाऱ्या चिरा तुलनेने फार दूर दूर असतात आणि त्या रुंद असतात. खरबरीत व घट्ट अशा मातीच्या अधस्तरावर अगर खडकावर, जेथे अवरोध उच्च प्रमाणात असतो तेथे, अप्रबलित अस्तरातील चिरा जास्त जवळ जवळ पडतात आणि त्या कमी रुंद असतात. अस्तरातील प्रबलीकरण शिगा, कॉंक्रीटशी त्यांचा बंध होत असल्याने (कॉंक्रीट) सुकत असताना होणाऱ्या संकुचनाचा अवरोध करतात आणि त्यामुळे चिरातील अंतर आणि त्यांची रुंदी कमी होते. आवरणातील उघड्या आणि पश्चदर्शनी भागातील आर्द्रतांशातील फरकामुळे प्रथम केसासारख्या चिरा पडण्याची आणि अखेरीस ते आवरण चिराळण्याची शक्यता असते.

सिमेंट आणि पाण्याचा रासायनिक संयोग म्हणजे जलयोजन होत असताना बऱ्याच प्रमा-णात उष्णता निर्माण होते, व विशिष्ट परिस्थितीत कॉंक्रीटमधील आयतन परिवर्तनाच्या

बाबतीत या उष्णतेला फार महत्व असते. लहान बांधकामाच्या बाबतीत जलयोजनाची उष्णता कमी परिणामकारक असते कारण या उष्णतेचे जलद गतीने विक्षेपण होते. भारी संरचनात जलयोजनाच्या उष्णतेमुळे ५० ते ६०F अंशाइतकी तपमानात वाढ होते. आणि ही वाढ कॉंक्रीटमधील कमाल आणि किमान तपमानाच्या फरकातील संपूर्ण अगर बराच मोठा भाग असते. कॉंक्रीटच्या सुरुवातीच्या कालात जेव्हा तपमानातील वाढीबरोबर निर्माण होणाऱ्या विस्तारणास प्रतिबंध झाल्यामुळे विकसित झालेले संपीडक प्रतिबल तुलनेने कमी असते तेव्हाच या उष्णतेपैकी बरीचशी उष्णता निर्माण होते.

दोन अवस्थामुळे असे अल्प प्रतिबल निर्माण होते. आरंभीच्या काळात प्रत्यास्थता गुणांक कमी असतो, विसर्पण जास्त असते व त्यामुळे प्रतिबलास बराच सुटकारा प्राप्त होतो.

कॉंक्रीटमधील उष्णता जेव्हा प्रक्षेपित होते, अगर काढून टाकण्यात येते तेव्हा तपमानात घट होते आणि त्यामुळे कॉंक्रीटचे संकुचन होते. हे संकुचन नंतरच्या काळात होते. त्यावेळी प्रत्यास्थता गुणांक जास्त असतो व विसर्पणामुळे प्रतिबलास होणारा सुटकारा कमी असतो. जेव्हा संकुचनास अवरोध झाल्याने तणाव प्रतिबल प्रेरित होते तेव्हा जर हे प्रतिबल कॉंक्रीटच्या तणाव शक्तीपेक्षा जास्त असले तर त्यामुळे कॉंक्रीट चिराळले जाईल.

९. **शक्ति** – कार्यालयातील अनुभवावरुन असे निदर्शनास आले आहे की, टिकाऊपणाच्या गरजांच्या आधारावर जर कमाल अनुज्ञेय जलसिमेंट गुणोत्तर प्रस्थापित केले तर योग्यप्रकारे जागेवर टाकलेल्या आणि मुरविलेल्या कॉंक्रीटमध्ये सामान्यत: पुरेशी संपीडक शक्ती विकसित होते. संरचनेतील घटकात जास्त शक्तीची गरज लागते तेव्हा, विशेषत: जर वायुधारक वापरलेला असेल तर, कमी जलसिमेंट गुणोत्तर वापरावे लागेल.

बांधकामांतून घेतलेल्या वेधन छिद्रातील गाभ्यांची शक्ती २८ दिवसांच्या मानक मुरवण पद्धतीने मुरविलेल्या नियंत्रित नळकांड्यात प्राप्त केलेल्या शक्तीपेक्षा जास्त असते असे चाचणीवरुन जवळजवळ बिनचुकपणे दिसून आले आहे. अशा शक्तीची व्याप्ती सामान्यपणे गाभ्याचा काळ आणि सिमेंटच्या जलयोजनाला मदत करणाऱ्या परिस्थितीप्रमाणे बदलते

मानक आर्द्र मुरवण केलेल्या नमुन्यांच्या नित्याच्या संपीडक शक्तीच्या चाचण्यावरुन बांधकामातील कॉंक्रीटचा एकसारखेपणा आणि संभाव्य गुणवत्तेचे मौलिक दिग्दर्शन होते, खुल्या जागेत मुरविलेल्या व उघड्या पडलेल्या नळकांड्याच्या चाचण्यांना फारशी किंमत नसते आणि त्यामुळे संपूर्णतया दिशाभूल होण्याची शक्यता असते. मानक पद्धतीने घेतलेल्या चाचण्यांच्या निष्कर्षांशी अशा चाचण्यांच्या निष्कर्षांचा परस्पर संबंध जोडता येणार नाही कारण त्यांच्या उच्च–पृष्ठ– आयतन गुणोत्तरामुळे असे नमूने बांधकामातील परिस्थितीची यथार्थ नक्कल करु शकत नाहीत. पूर्वरचित नळ अगर अन्य घटकाचे प्रतिनिधित्व करणाऱ्या कॉंक्रीटचे योग्य प्रकारे मुरवण झाले आहे आणि त्यात शक्तीचा विकास झाला आहे अगर कसे हे निश्चित करण्याकरता चाचणी नळकांड्या अशा तऱ्हेने तयार करण्यात येतात की त्या त्यांच्या घटकांच्या रचनेकरता केलेल्या आणि मुरवलेल्या कॉंक्रीटसारख्या असतात असे पूर्वरचित कॉंक्रीटचे घटक तयार करताना निर्मितीचा वेग वाढावा म्हणून त्याचे बहुतेक

सारणी क्रमांक ३ – कॉंक्रीटचे गाभे आणि नियंत्रक नळकांडी यांची संपीडक शक्ति

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]					[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
				[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]				
[illegible]												
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	W/C	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
भारी कांक्रीट. [illegible]												
[illegible]	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
M. R. B. [illegible]	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

(पुढे चालू)

प्रकल्प आणि वैशिष्ट्ये	सिमेंटचा प्रकार	[illegible] इंचात	[illegible]	मिश्रणाची माहिती					[illegible]	[illegible]	[illegible]	($\frac{[illegible]}{[illegible]}$) [illegible]
				[illegible]	[illegible]	W/(C+P) अथवा W/C	[illegible]	[illegible]				
भारी कॉंक्रीट, [illegible]												
[illegible]	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
M.R.B. [illegible]	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
भारी कॉंक्रीट [illegible]												
[illegible]	I	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]											
[illegible]	II											
[illegible]	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
M.R.B. [illegible]	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]

[illegible]

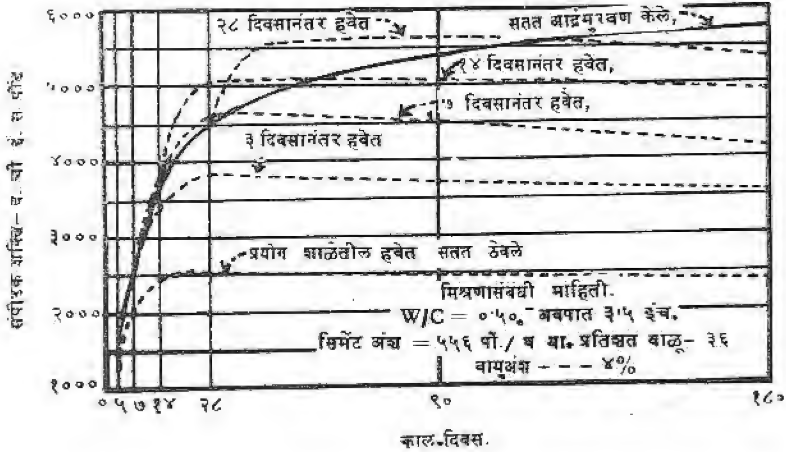
[illegible]

MRB = [illegible]

$W/(C+P) = \frac{\text{पाणी}}{\text{सिमेंट + पोझोलान}}$

$W/C = \frac{\text{पाणी}}{\text{सिमेंट}}$

वेळा बाष्पमुरवण करण्यात येते.



आ. ८– प्रथमत: आर्द्र मुरवण करुन नंतर प्रयोग शाळेत हवेत सुकया केलेल्या काँक्रीटची संपीडक शक्ती– 288-D-2644

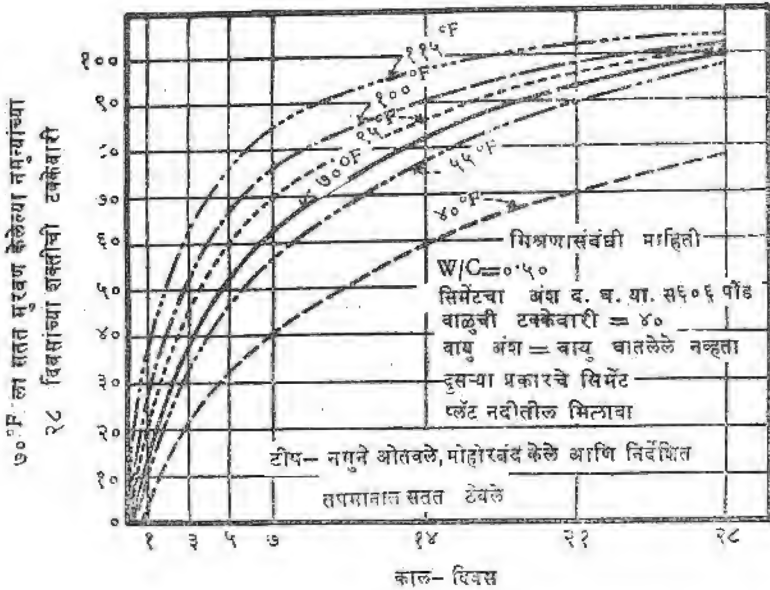
पूर्वी मुरवण न केलेला काँक्रीटचा नमूना जर उघड्यावर ठेवला तर शक्तीचा विकास होणे थोडक्याच कालात थांबते हे आ. ८ वरुन दिसून येते. हवेवर उघडे ठेवण्यापूर्वी १४ दिवस मुरवण केलेल्या काँक्रीटच्या मानाने शुष्क हवेत उघड्यावर ठेविलेल्या काँक्रीटमध्ये ६ महिन्यानंतरही सुमारे ५० टक्केच शक्ती असते.

काँक्रीटच्या शक्तीच्या विकासावर मुरवण तपमानाचा उल्लेखनीय प्रभाव पडतो. दिलेल्या शक्तीचा विकास होण्याकरिता कमी तपमानात आर्द्र मुरवणाला उच्च तपमानातल्या पेक्षा जास्त कालावधी लागतो. उच्चतर तपमानात संपूर्ण २८ दिवसपर्यंत सतत मुरवण केल्यामुळे शक्तीत जो विकास झाला (आ. ९ पहा) तो तपमानाप्रमाणे प्रत्यक्ष बदलणारा होता आणि या कालात उच्चतम तपमान असताना शक्तीचा सगळ्यात जास्त विकास झाला. तथापि नंतरच्या कालात या उलट प्रवृत्ती निर्माण झाली आणि कमी तपमान असताना बनवलेल्या व मुरविलेल्या नमुन्यांच्या शक्तीत जास्त विकास झाला.

आ. १० त दाखविलेले वक्र अशा काँक्रीटचे नमुने दाखवितात की तयार केले त्या वेळच्या तपमानात त्यांना प्रथम दोन तास ठेवून नंतर ७०° F तपमानात मुरविलेले होते. असे उपचार केले असताना किमान तपमानात तयार केलेल्या नमून्यात जास्तीत जास्त शक्ती निर्माण झाली. कार्यालयाच्या काही प्रकल्पात क्षेत्रीय नियंत्रित नळकांड्याची शक्ति जरी ती नळकांडी तयार केल्यानंतर लगेच सुमारे ७०° F तपमानात त्याचे आर्द्र मुरवण केले

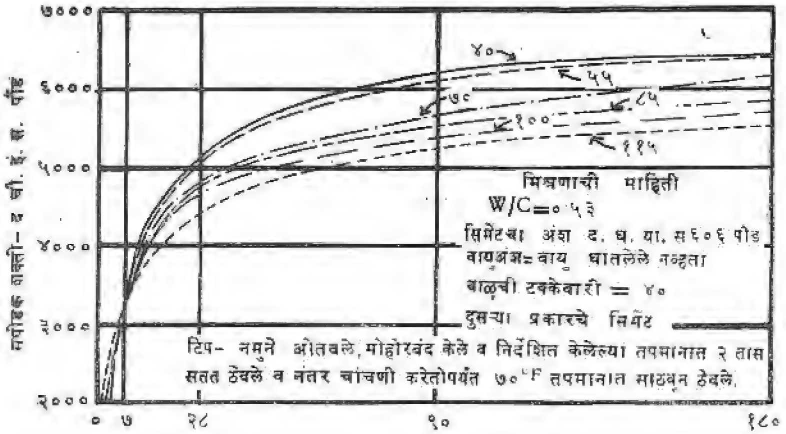
तरी उन्हाळ्यातल्यापेक्षा शीत महिन्यात जास्त होती. हे वरील निष्कर्ष निष्कर्षाशी जुळते.

कॉंक्रीटमधील संपीडकशक्ती, तणाव शक्ती, नमन शक्ती, आणि कर्तनशक्ती यांचा एक-मेकांशी जवळजवळ प्रत्यक्ष संबंध असतो, आणि त्यापैकी एकातील शक्तीत वाढ अगर घट झाली तर इतरात तशाच प्रकारचा परिणाम होतो; अर्थात त्याचे मान एकच नसते. रस्त्याच्या लाद्यांच्यासारख्या बांधकामात जेथे नमनशक्ती ही महत्वाची गोष्ट असते तेथे नियंत्रणाकरता अनेक वेळा धरण चाचण्या (beam tests) करण्यात येतात.



आ. ९– कॉंक्रीटच्या संपीडक शक्तीवर होणारा मुरवण तपमानाचा परिणाम. 288–D–2645

काही प्रसंगी प्रकल्पातून असे समजून आले आहे की अल्पकाळात कॉंक्रीटच्या संपीडक शक्तीत लक्षात येण्याजोगी घट झाली होती पण त्याचे कारण मुरवण परिस्थितीत अगर चाचण्यांच्या पद्धतीत आहे असे म्हणता येत नाही. अशा उदाहरणात सामान्यतः ही शक्तीची हानी, ज्या सिमेंटमध्ये C_3S आणि C_3A यांचे प्रमाण काहीसे कमी असते अशा सिमेंट-च्या रचनेत फरक झाल्यामुळे, झालेली असते. राष्ट्रीय कार्यालयाच्या मानक (N. B. S.) चाचाण्यांच्या अहवालावरुन असे दिसून येते की ठोकळ्यांची संपीडक शक्ती कमी होण्यात हा फरक प्रतिबिंबित होतो. तथापि, कालांतराने ह्या कॉंक्रीटमधील शक्ती अन्य प्रकारचे सिमेंट



आ. १०– कॉंक्रीटच्या संपीडक शक्तीवरील प्रारंभिक तपमानाचा परिणाम– 288–D–2646

वापरुन तयार केलेल्या कॉंक्रीटच्या शक्तीच्या तुलनेने अनुकूल असते. (आ. २२ मधील IV प्रकाराशी I वा III या प्रकारामधील तुलना पहा.) जेथे वापरलेल्या सिमेंटमधील शक्तीचा विकास हळुहळू होत आहे असे दिसते, तेथे बांधकामावर उपभोग भार टाकण्यापूर्वी त्यात पुरेशी शक्ती आहे अशी खात्री करुन घेण्याची काळजी घेणे अवश्य असते.

कॉंक्रीटच्या शक्तीतील एकसारखेपणाची मात्रा ही जागेवर पुरेसे नियंत्रण ठेवण्यात यश अगर अपयश आले याचे गमक आहे. कॉंक्रीट तयार करण्याच्या कामी जर पुरेसे नियंत्रण ठेविले नाही तर शक्तीत व्यापक प्रमाणात फरक पडतो आणि कमीत कमी आवश्यक गरजा पुऱ्या होण्याइतके कॉंक्रीटचे गुणधर्म आहेत अशी खात्री व्हावी म्हणून जादा सिमेंट घालावे लागते. तसेच दिलेल्या सरासरी शक्तीच्या कॉंक्रीटच्या बाबतीत, शक्तीत बराच फरक पडण्याची शक्यता असल्याने अभिकल्पन करताना कार्यकारी प्रतिबले कमी ठेवणे आवश्यक होते. इष्ट असणाऱ्या गुणधर्मात वाजवी व एकसारखेपणाचा अभाव दिसून येतो व तो शक्तीतील फरकावरुन दृगोचर होतो. असा हा अभाव कॉंक्रीटचा टिकाऊपणा आणि त्याची देखभाल करण्यास येणाऱ्या ज्यादा खर्चाच्या स्वरुपात कधी ना कधी प्रगट होण्याची शक्यता असते.

१० प्रत्यास्थता– कॉंक्रीट हे वास्तविक प्रत्यास्थ द्रव्य नसते, आणि सतत भारवाढ होत असताना त्याचे प्रतिबल विकृतीसंबंधीचे रेखाचित्र सामान्यपणे वक्ररेषेच्या स्वरुपात असते. पूर्णपणे दृढीभूत झालेल्या आणि साधारण प्रमाणात पूर्वभारित केलेल्या कॉंक्रीटच्या बाबतीत सर्व व्यावहारिक कामाकरता प्रतिबल–विकृति वक्राचा आकार, नेहमीच्या कार्य–

कारी प्रतिबलांच्या मर्यादेत, सरळ रेषेत असतो. प्रतिबल–विकृति वक्राच्या जवळजवळ सरळ असलेल्या भागावरुन निश्चित केलेल्या प्रतिबल–विकृती गुणोत्तरास " प्रत्यास्थ गुणांक " असे म्हणतात. कार्यकारी मर्यादेच्या बाहेर जेव्हा भारात वाढ करण्यात येते तेव्हा प्रतिबल-विकृती वक्र सरळरेषेपासून बरेच विचलित होण्याची शक्यता असते. आणि त्यावरुन प्रतिबल आणि विकृती ही प्रमाणशीर नाहीत असे दिसून येते (पहा आ. ११) तथापि. २८ दिवसाच्या कणनशक्तीच्या ७५ टक्क्या इतक्या संपीडक शक्ती करता प्रतिबल–विकृती

आ. ११– मध्यमप्रमाणात पूर्वभारित केलेल्या पूर्ण दृढीकृत कॉंक्रीटचा नमुनेदार प्रतिबल–विकृती आरेख. सामान्य कार्यकारी प्रतिबलांच्या मर्यादेत हे प्रतिबल–विकृती वक्र जवळ जवळ सरळ रेषेत असते. 288–D–799.

गुणोत्तर बरेचसे एकसमान असते, असे आकृतीवरुन दिसून येते. सामान्यत: जरी प्रत्यास्थता गुणांक शक्तीच्या प्रत्यक्ष प्रमाणात नसला तरी जास्त शक्तिशाली कॉंक्रीटमध्ये जास्त प्रमाणात प्रत्यास्थी गुणांक असतात. २८ दिवसांच्या कालावधीच्या सर्वसाधारण कॉंक्रीटचा प्रत्यास्थता गुणांक द. चौ. इं. स २ दशलक्ष ,ते ६ दशलक्ष पौंड असतो.

बऱ्याचशा द्रव्यांच्या बाबतीत कालमाना प्रमाणे प्रत्यास्थता गुणांक बदलत नाही, आणि भार काढून घेण्याच्या वेळची प्रत्यास्थ–पुन:प्राप्ती ही भारण करण्याच्या वेळच्या प्रत्यास्थ–विरूपणाइतकी असते आणि यावर केलेल्या भारण–कालावधीचा परिणाम मुळीच होत नाही. कॉंक्रीटमध्ये मात्र, जोपर्यंत ते चांगल्या स्थितीत असते तोपर्यंत सामान्यापणे गुणांक काला–वधीप्रमाणे वाढतो, आणि प्रारंभिक विरूपण व नंतरची प्रत्यास्थ–पुन:प्राप्ती ही दोन्ही

कालावधीवर अवलंबून असतात. जसजसे काँक्रीट जुने होत जाते तसतसे तणाव–प्रतिबला–तील बऱ्याचशा भागास प्रत्यास्थता गुणांकातील वाढ जबाबदार असते. जेव्हा काँक्रीटचे मुक्त विस्तारण आणि संकुचन होण्यास प्रतिबंध होऊन आधीच्या कालात त्यात उष्णता निर्माण होते आणि नंतरच्या कालात थंड होते तेव्हा त्यामुळे हे तणाव प्रतिबल विकसित होते.

प्रतिबल–विकृति– संबंध निश्चित करण्याच्या स्थैतिक पद्धतीत चाचणी भार प्रतिबलाशी संबंधित विकृती प्रत्यक्षात मापण्यात येतात. अशा पद्धती याशिवाय ज्यात एखाद्या नमुन्याची नैसर्गिक वारंवारता अगर द्रव्यातून जाणाऱ्या ध्वनिलहरींच्या गतिमापनाचा संबंध येतो अशा गतिमान पद्धतीनीही प्रत्यास्थ गुणांक निश्चित करता येतो. ज्या काँक्रीटच्या नमुन्यावर गोठण आणि वितळण चाचण्या लागू केल्या आहेत अगर ज्या नमुन्यावर अल्कली–अॅग्रिगे–टचा परिणाम झाला आहे अशा नमुन्यांची किती प्रमाणात खराबी झाली आहे हे निश्चित करण्याकरता अनेक वर्षे गतिमान पद्धतींचा वापर करण्यात आला आहे. नमुन्याची खराबी न होता मधून मधून त्याचा प्रत्यास्थता गुणांक निश्चित करण्याची एक साधी व जलद पद्धती यातून उपलब्ध होते. स्वाभाविक स्वारंवारता अगर तरंग गतीत घट झाल्यामुळे निद–र्शनास येणारी गुणांकातील घट काँक्रीटमधील खराबी दाखविते.

११– **सर्पण आणि विस्तरणीयता**– जेव्हा काँक्रीटवर स्थिर आणि दीर्घकालिक भार लागू करण्यात येतो तेव्हा, त्यामुळे होणाऱ्या विरूपणाचे दोन भाग करता येतात. लागलीच होणारे प्रत्यास्थ विरूपण, जे भार काढून घेताच लगेच नाहीसे होते, आणि सावकाश विक–सित होणारे सर्पण. बऱ्याचशा काँक्रीटच्या संरचनांवर अचल भार सतत पडत असतो व तो एकंदर भाराचा बराच मोठा भाग असतो; म्हणून अशा बांधकामातील विरूपणाचे संगणन करताना तात्कालिक विकृति आणि सावकाश होणारे नमन या दोन्हींचा विचार केला पाहिजे. तपमानात हळुहळू पडणाऱ्या फरकामुळे अगर शुष्क संकुचनामुळे प्रतिबलांचा विकास होण्यावर सावकाश नमनाचा महत्वपूर्ण प्रभाव पडतो. ह्या वर्तावाला पुष्कळवेळा सुघट्य प्रवाह असे संबोधण्यात येते. परंतु जेव्हा बांधकामाचा एखादा भाग अगर घटक अतिबलित होतो तेव्हा प्रतिबलांत समायोजन होणे शक्य असते व अशा तऱ्हेच्या सुघट्य क्रियेचा व वरील सुघट्य प्रवाहामधला फरक दाखविण्याकरता या वर्तावाला "सर्पण" ही संज्ञा वापरणे जास्त पसंत केले जाते. धातूतील सुघट्य प्रवाहाप्रमाणे काँक्रीटची सुघट्य क्रिया ही पुन्हा प्राप्त करता येत नाही आणि ती आरंभिक खराबीचा एक प्रकार असते असे मानता येईल, परंतु सर्पण अंशतः तरी पुनः प्राप्त करता येते व ते अति अल्प प्रतिबलाचे वेळी सुद्धा घडते.

चिरा न पडू देता तणाव विरूपणास तोंड देण्यास समर्थ करणाऱ्या काँक्रीटच्या गुणधर्मास "विस्तरणीयता" म्हणतात. विस्तरणीयता आणि शक्ती या भिन्न आहेत. कारण विस्तर–णीयतेत सीमित भारापेक्षा सीमित विरूपणाचाच संबंध जास्त येतो. प्रत्यास्थता, सर्पण, आणि विस्तरणीयता यांचा एकमेकाशी संबंध असतो व हे बऱ्याच महत्वाचे गुणधर्म आहेत.

(अ) सर्पण– काँक्रीटवर दीर्घकालिक भार पडत राहिला तर अनिश्चित कालापर्यंत त्यातील सर्पण चालू राहते. १८ वर्षेपर्यंत सतत भार ठेविलेल्या काँक्रीटच्या दोन नमुन्यात

१९३९ मध्ये सुद्धा विरूपण चालू होते असे दिसून आले. असे जरी असले तरी सर्पणाची मात्रा कमी कमी होत जाते. सर्पणाच्या चाचण्यातून प्राप्त केलेली प्रायोगिक आधार सामुग्री खालील फलनाच्या स्वरुपात मांडण्यात आली आहे.

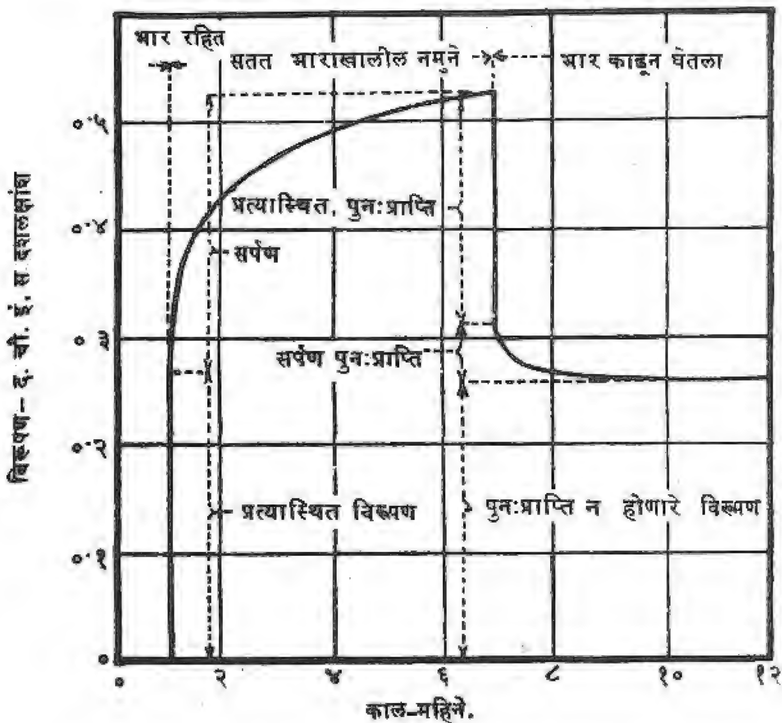
$$e = \frac{I}{E} + f(K) \log_e (t+1)$$

e=एकूण विरूपण.

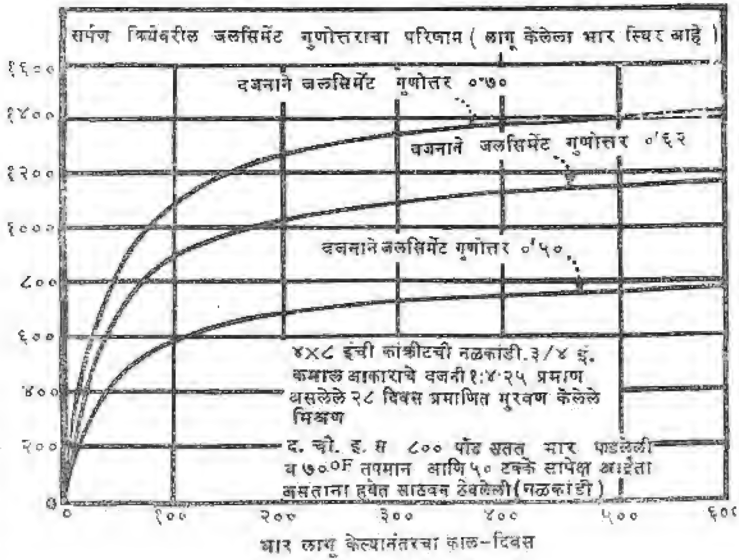
E=तात्कालिक प्रत्यास्थता गुणांक व

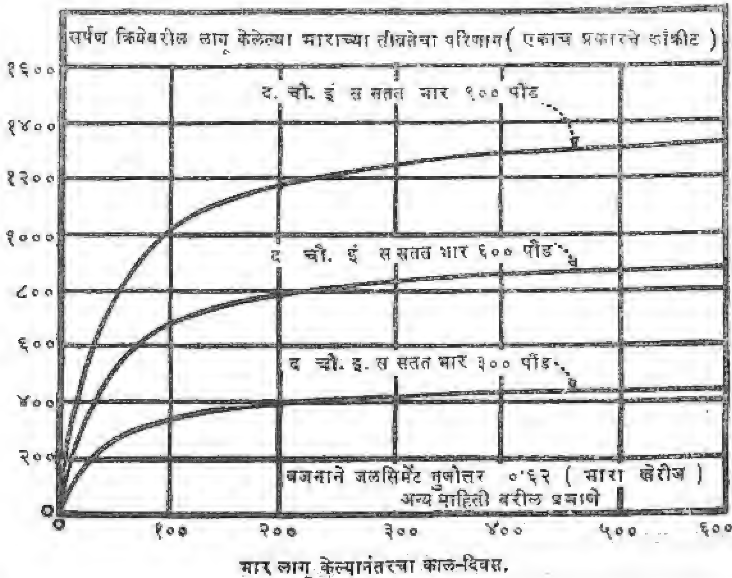
$f(K)$=कालाप्रमाणे होणाऱ्या विरूपणाची मात्रा दाखविणारे फलन.

विरूपणाची मात्रा दाखविणारे फलन f (K), सुरुवातीच्या काळात जेव्हा कॉंक्रीट प्रथमतः भारित करण्यात येते तेव्हा, जास्त असते आणि नंतरच्या काळात कॉंक्रीट भारित होते



आ. १२. प्रथमतः स्थिर भारण करुन नंतर भार काढून घेतलेल्या भारी कॉंक्रीटची प्रत्यास्थ आणि सर्पण विरूपणे. 288-D-1519.





आ. १३– जलसिमेंट गुणोत्तरात आणि लागू केलेल्या भाराच्या तीव्रतेत बदल केल्यामळे परिणाम झालेल्या कॉंक्रीटच्या सर्पणाची मात्रा (rate) 288-D-800

तेव्हा अल्प असते. काळाप्रमाणे काँक्रीटमधील विरूपणाची मात्रा कमी कमी होत जाते. हे $\log_e (t+1)$ या फलनाने सूचित केले जाते, पण त्याला प्रत्यक्ष अशी मर्यादा असत नाही. जरी आतापर्यंत केलेल्या चाचण्यावरुन काँक्रीटच्या सर्पणाला मर्यादा नाही या मताला आधार मिळतो, तरी सामान्यतः असे मानण्यात येते की, काँक्रीटमधील सर्पणाला वरची मर्यादा असते.

एक महिन्याइतक्या तुलनेने लवकरच्या कालात भारण केलेल्या आणि सहा महिन्यानंतर भार काढून घेतलेल्या नमुन्यावर प्रयोगशाळेत केलेल्या नमुनेदार चाचणीतील विरूपणाची नोंद आ. १२ त दाखविली आहे. भार काढून घेण्याच्या वेळच्या काँक्रीटच्या अधिक काला–वधीमुळे, भाराखाली झालेल्या विरूपणापेक्षा प्रत्यास्थ व सर्पण पुनःप्रापणे कमी होतात आणि परिणामतः जर भार संपीडक असला तर पुनःप्राप्ती न होता त्याची लांबी वाढते. विसरपणाच्या विकसनाची मात्रा आणि जलसिमेंट गुणोत्तरात फरक केल्यामुळे आणि भाराच्या तीव्रतेमुळे होणारे परिणामासंबंधी सर्वसाधारण कल्पना देणारे ४ इंच × ८ इंच मापाच्या नळकांड्याचे नमुनेदार वक्र आ. १३ त दाखविले आहेत.

(आ. १२ तल्या) वक्रावरुन असे दिसून येते की जलसिमेंट गुणोत्तरात वाढ झाली की सर्पणात वाढ होते आणि ढोकळमानाने ती सर्पण भाराच्या तीव्रतेच्या प्रमाणात असते. शक्ती आणि प्रत्यास्थ गुणांकात वाढ करणाऱ्या बऱ्याचशा घटकांमुळे सर्पणात घट होते. सामान्यतः दाणेदार कण असलेल्या वालुकाश्मासारख्या घनिष्ट बांधणी नसलेल्या मिलाव्यांपासून तयार केलेल्या काँक्रीटमध्ये, गार, चुन्याच्या दगडासारख्या गाढ्या घनिष्ट मिलाव्यांच्या काँक्रीट–पेक्षा जास्त सर्पण होते. पाच (प्रकारच्या) भारी काँक्रीटमधील सर्पण गुणधर्माविषयीच्या चाचण्यांच्या १० वर्षांच्या अभ्यासावरुन असे दिसून येते की, सर्पण आणि प्रत्यास्थता यांच्यात एक निश्चित संबंध असतो. आणि यदाकदाचित काँक्रीटकरता जर सर्पण–शक्ती–संबंध अस्तित्वात असला तर तो अल्प असतो आणि मिलाव्याचा प्रकार, सिमेंटचा प्रकार, सिमेंट–मिलावा–गुणोत्तर, पोझोलानचा अंतर्भाव आणि इतर संभाव्य परिस्थितीमुळे तो दृगोचर होत नाही.

प्रत्यास्थता गुणांकाचे कमी मूल्य वापरून अभिकल्पन करताना नेहमी स्थूलमानाने सर्पण विचारात घेण्यात येते. जेथे अधिक तंतोतंत संबंधाची जरुरी असते, उदाहरणार्थ जेथे भारी काँक्रीटमधील विकृतिमापनावरुन प्रतिबले संगणित करावयाची असतात, तेथे सर्पणाचे गणितीय विश्लेषण व पूर्वकथन खाली दिलेल्या गुणधर्मावरुन करणे शक्य असते.

(१) स्फटिकीय भंग अगर स्खलन यामुळे होणाऱ्या बदलासारखा बदल न घडता जे विलंबित प्रत्यास्थ विरूपण होते त्यास सर्पण म्हणतात आणि ते विष्यंदित घन पदार्थाच्या सुघट्य प्रवाहासारखे नसते.

(२) कार्यकारी प्रतिबलाच्यावेळी सर्पण प्रतिबलाच्या प्रमाणात असते पण प्रतिबल जेव्हा काँक्रीटच्या अंतिम शक्तीच्या जवळ पोहोचते तेव्हा सर्पण प्रतिबलापेक्षा बरेच जास्त जलद वाढते.

(३) कॉंक्रीटमधील गुणधर्मात होणाऱ्या फरकावरील कालावधीचा परिणाम विचारता घेण्यात येतो तेव्हा सर्व सर्पण पुनःप्राप्त करण्याजोगे असते.

(४) सर्पणाचा चिन्हाशी काहीही संबंध नसतो, ते धन अगर ऋण प्रतिबलाच्यावेळी सारख्याच प्रमाणात असते.

(५) अध्यारोपणाचे तत्त्व सर्पणाला लागू पडते.

(६) सर्पण विकृती आणि प्रत्यास्थ विकृती या दोहोंचेही प्वाँसाँचे गुणोत्तर सारखेच असते.

(आ) विस्तरणीयता – चिरा प्रथमतः दृष्टीस पडेपर्यंत उत्तरोत्तर अधिक भारण केलेल्या तुळईच्या तणाव असलेल्या दर्शनी भागावरील विस्तारणांची (विकृतींची) आणि विनाश बिंदूपर्यंत प्रत्यक्ष तणाव असलेल्या नमुन्यांची मापे घेण्यात आली. प्रत्यास्थता, सर्पण यांचे विस्तरणीयता हे फलन आहे हे स्पष्ट आहे आणि त्याचे मूल्य कॉंक्रीटच्या गुणधर्मावरच केवळ अवलंबून नसते तर ते किती प्रमाणात तणाव भार लागू केला आहे यावर अवलंबून असते. बऱ्याच जलद लागू केलेल्या भारणाखाली (सर्पण होईल इतक्या जलदी नव्हे) साध्या कॉंक्रीटच्या तुळईचे, प्रत्यक्ष डोळ्यांनी दिसतील (सुमारे ०·००१५ इंचाइतक्या रुंद) अशा चिरा दृगोचर होण्यापूर्वी, १५० ते १९० दशलक्षांश विस्तरण झाले होते. मोहोरबंद केलेल्या कॉंक्रीटच्या नळकांड्यावरील दर २८ दिवसांच्या अंतराने द. चौ. इं.स ५० पौंड इतका तणाव वाढवत नेऊन नळकांड्याची हानि होईपर्यंत प्रत्यक्ष तणाव देण्यात आला. हानि झाली त्यावेळी एकंदर विस्तरण ७० ते १९० दशलक्षांशाच्या सीमेपर्यंत होते. जलद भार–णाखाली ठेवलेल्या प्रत्यक्ष तणाव दिलेल्या नमुन्यात दिसून येणाऱ्या विस्तरणापेक्षा ही मूल्ये १.२ ते २.५ पट होती.

विस्तरणीयतेवर कार्यालयात चाचण्यांची मालिका घेण्यात आली. ६ इंच व्यास व २४ इंच लांब अशी कॉंक्रीटची नळकांडी ७०°F तपमान असताना ओतण्यात आली आणि ती नरम तांब्याच्या आवरणात अवातमुद्रित करण्यात आली. नळकांड्याच्या अनुवैर्ध्य अक्षात विकृतीमापन यंत्रे बसविण्यांत आली. नळकांड्याची लांबी स्प्रिंगांनी ताण देता येईल अशा चौकटीच्या सहाय्याने स्थिर ठेवण्यात आली आणि त्यावेळी कॉंक्रीटच्या आतल्या भागातील तपमानात होणाऱ्या चढउताराची नक्कल होईल अशा चढत्या आणि उतरत्या तपमानाच्या चक्रातून ही नळकांडी नेण्यात आली. पहिल्या थोड्या दिवसात, १००° ते ११०°F इतके कमाल तपमान चढले आणि नमुने संपीडित झाले. तपमान जसजसे उतरु लागले तसतसे प्रतिबलात बदल होऊन ते तणाव प्रतिबल झाले. I आणि II प्रकारच्या सिमेंटमध्ये तयार केलेले नमुने. द. चौ. इं.स २१० ते २२५ पौंड तणाव शक्तीच्या खाली सुरुवातीचे तपमान ७०°F पर्यंत पोहोचण्याच्या आधीच, भंग पावले. प्रकार IV चे सिमेंट वापरुन अगर II चे ७० टक्के आणि ३० टक्के पोझोलान यांचे मिश्रण केलेले सिमेंट वापरुन तयार केलेले नमुने, अंदाजी ६०°F तपमानावर द. चौ. इं.स २७० ते ३०० पौंड तणावशक्तीखाली, भंग पावले. जरी या चाचण्यांवरुन विस्तरणीयतेचे मापन

करता आले नाही तरी काँक्रीटमध्ये चिरा पडण्याच्या संबंधात विस्तरणीयतेच्या परिणामाचे दिग्दर्शन झाले.

काँक्रीटमध्ये बऱ्याच प्रमाणात विस्तरणीयता असणे इष्ट असते, कारण त्यामुळे तपमानातील फरक आणि शुष्कनाला ते तोंड देऊ शकते.

१२. औष्णिक गुणधर्म– भारी काँक्रीटमधील आयतनातील अवकलन फरक कमीत कमी राहण्याच्या दृष्टीने काँक्रीटच्या औष्णिक गुणधर्माचे फार महत्व असते. कारण काँक्रीटमधील ऊष्णता काढून घेणे आणि ऊष्णतांतरणाचा संबंध असलेल्या अशा तऱ्हेच्या कार्यात त्याचा संबंध येतो. दोन दर्शनी भागांमधील तपमानात एकक फरक असताना जेव्हा एकक क्षेत्रफळ आणि जाडी असणाऱ्या द्रव्यातून ऊष्णतांतरण होते तेव्हा ते ज्या प्रमाणात होते त्या प्रमाणाला ऊष्णता–संवाहकता म्हणतात. जेव्हा विशिष्ट उष्णता आणि एकक वजनाच्या गुणाकाराने ऊष्णता–संवाहकतेला भागण्यात येते तेव्हा एकमेव गुणांक प्राप्त होतो, त्या गुणांकाला " विसरणशीलता " ही संज्ञा देण्यात आली आहे. ज्या सहजतेचे काँक्रीटमधील तपमानात फरक होऊ शकतो त्या सहजतेचे विसरणशीलता हे एक दर्शक असते. काँक्रीट–मधील मिलाव्यातील खनिजशास्त्रीय रचना ही काँक्रीटच्या औष्णिक गुणधर्मावर परिणाम करणारी प्रमुख बाब असते व ही बाब विनिर्देशनीय असत नाही. सिमेंट, पोझोलान, प्रतिशत् वाळू यांच्याकरता तसेच जलांशाकरता सुद्धा लागणारी विनिर्देशने ही रुपांतरकारक घटक असतात, परंतु त्यांचा परिणामक्षुल्लक असतो. धारक वायू हा एक महत्वाचा घटक असतो कारण तो चांगल्या प्रकारचा विसंवाहक असतो परंतु वायुधारकाचा उपयोग करणे काटकसर आणि इतर बाबींच्यावर अवलंबून असते. व काँक्रीटच्या औष्णिक गुणधर्मातील फरकावर होणाऱ्या वायुधारकाच्या महत्वापेक्षा या गोष्टींचे महत्व कितीतरी जास्त असते.

सारणी ४. ताज्या काँक्रीटचे अभीक्षित सरसरी वजन (द. घ. चौ. फू.स पौंड)

मिलाव्याचा कमाल आकार (इंच)	सरासरी मूल्ये			एकक वजन द. घ. फू. स पौंड [1] मिलाव्याचे विशिष्ट गुरुवर्य [2]				
	अस्तित्वांत असलेला हवेचा अंश	द. घ. या.स पौंडात पाणी	द. घ. या.स सिमेंटची पोती	२.५३	२.६०	२.६५	२.७०	२.७५
$\frac{3}{4}$	६.०	२८३	६.०२	१३७	१३९	१४१	१४३	१४५
१$\frac{1}{2}$	४.५	२४५	५.२१	१४१	१४३	१४६	१४८	१५०
३	३.५	२०४	४.३४	१४४	१४७	१४९	१५२	१५४
६	३.०	१६४	३.०	१४७	१४९	१५२	१५४	१५७

१. दर्शविलेली वजने हवेचा अंश दिग्दर्शित केलेल्या वायुधारित काँक्रीट करता आहेत.

२. संपृक्त शुष्क पृष्ठ पद्धतीप्रमाणे.

१३. **वजन**– भाराश्रित धरणासारख्या संरचनांत काँक्रीटच्या वजनाला महत्व असते. कारण (अशा संरचनांचे) स्थैर्य त्याच्या वजनावर अवलंबून असते. उच्च विशिष्ट गुरुत्व असलेला मिलावा वापरुन आणि व्यावहारिक दृष्टया मोठ्यात मोठ्या आकाराचे सुप्रमाणित कण असलेला भरड मिलावा वापरुन एकक वजन वाढविता येते. जेव्हा नमुन्याच्या आयत–नाचे बिनचुकपणे संगणन करता येत नाही तेव्हा दृढीकृत काँक्रीटच्या एकक वजनाच्या चाचण्या विस्थापनाने सहज करता येतात.

प्रमाण–नियंत्रित संचातील प्राप्ती, त्यातील सिमेंट आणि वायूच्या भागांची तपासणी कर-ण्याचे साधन म्हणून नुकत्याच तयार केलेल्या काँक्रीटच्या एकक वजनाचा उपयोग करण्यात येतो, पण त्यामुळे दृढीभूत काँक्रीटच्या एकक वजनाचेही दिग्दर्शन होते. सारणी ४ मध्ये त्याची सरसरी मूल्ये दाखविली आहेत.

(इ) काँक्रीटच्या गुणधर्मावर होणारे निरनिराळ्या घटकांचे परिणाम

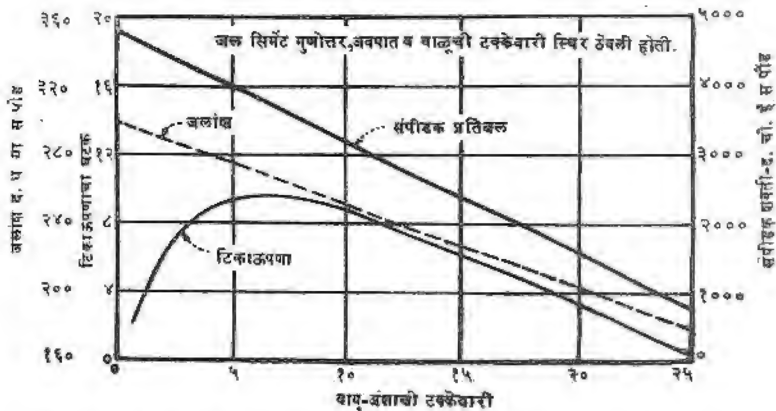
१४. **धारित वायु अंश, सिमेंटचा अंश, आणि जलांश** -- काँक्रीटचे टिकाऊपणा आणि अन्य गुणधर्म सहेतुक ३ ते ६ टक्के प्रतिशत् वायुधारण करुन भरीव प्रमाणांत सुधा–रता येतात असे क्षेत्रीय आणि प्रयोग शाळेतील अनुभवावरुन निर्णायकपणे दाखविण्यात आले आहे. काँक्रीटच्या मिश्रणात वायुधारक द्रव्य घालून सहेतुक वायुधारण साध्य करण्यांत आले आहे व परिणामतः संपूर्ण मिश्रणांत ०.००३ ते ०.००५ इंच व्यासाच्या एकत्र न होणाऱ्या हवेच्या अंडगोलांचे अपस्करण करता येते. द्रव्य किती घातले यावर वायुधारण किती झाले हे अवलंबून असते. वायुरिक्तता पद्धतीच्या भिन्नभिन्न चलपरिमाणांचा काँक्री–टच्या गुणधर्मावर भारी प्रमाणात प्रभाव पडतो आणि आजकाल सर्वत्र वापरण्यात येणाऱ्या बहुतेक बाजारी वायुधारक द्रव्यांतून लहान व जवळजवळ राहतील असे हवेचे बुडबुडे प्राप्त होणे हा सर्वात इष्ट चलपरिणाम असतो असे अलिकडील अन्वेषणावरुन दिसून आले आहे.

वायु अंशाचा जलांशावर महत्वाचा परिणाम होत असल्याने आणि काही प्रमाणांत त्यामुळे सिमेंटच्या अंशावरही प्रभाव पडत असल्याने, काँक्रीटच्या गुणधर्मावरील या तीन घटकांच्या परिणामांचा एकत्रित विचार करण्यात आला आहे.

(अ) **सुकार्यतेवरील परिणाम** -- वायुधारणामुळे काँक्रीटच्या सुकार्यतेत बरीच सुधा–रणा होते आणि वायुधारण केले नसताना मिलाव्याची जी प्रतवारी लागते त्यापेक्षा कमी प्रतवारीचा मिलावा वापरता येतो. धारित वायूच्या राशीइतकी मिश्रणातील वाळूची राशी कमी करणे का शक्य होते आणि सामान्यतः का इष्ट असते याचा यावरुन खुलासा होतो. धारित वायूमुळे निःस्रवण व वियोजनाचे प्रमाण कमी होते आणि काँक्रीट हाताळण्यात आणि जागेवर टाकण्यात सुविधा प्राप्त होते. कमी निःस्रवणामुळे काँक्रीटच्या पृष्ठभागास लवकर झिलई करता येते आणि सामान्यपणे त्याकरता फारसे काम करावे लागत नाही. दर एक

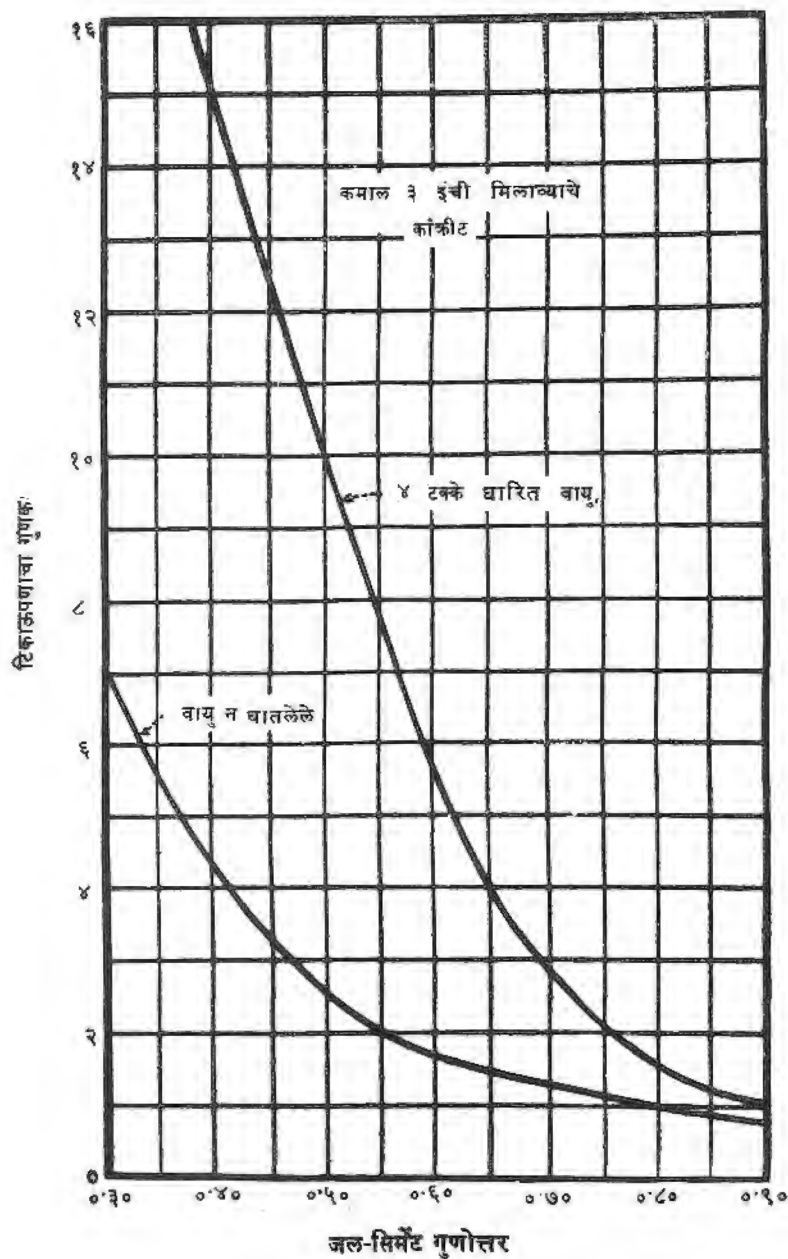
प्रतिशत् धारित वायूमुळे २ ते ४ टक्के मिश्रक पाणी कमी करता येते आणि असे करताना सुकार्यतेत काहींशी सुधारणा होते आणि त्यावेळी काहीही अवपात हानी होत नाही.

(आ) टिकाऊपणावरील परिणाम – वायुधारक द्रव्य वापरुन २ ते ६ टक्के वायु–धारणामुळे गोठण आणि वितळणाच्या विघटनात्मक क्रियेला कॉंक्रीटचा प्रतिरोध बराच वाढतो. सूक्ष्म, विलग असा बुडबुड्याचा आकार असलेल्या व संपूर्ण कॉंक्रीटमध्ये अपस्करण झालेल्या धारित वायूमुळे त्यात पोकळ्या निर्माण होतात व त्यात विघटक बलांचा क्षय होतो. गोठण आणि वितळणाला होणाऱ्या कॉंक्रीटच्या प्रतिरोधावरील धारित वायूच्या भिन्न–भिन्न टक्केवारीचे परिणाम आ. १४ त दाखविले आहेत.



आ. १४ – कॉंक्रीटचा टिकाऊपणा, संपीडक शक्ति, आणि लागणारा जलांश यांच्या–वर होणारे वायु अंशाचे परिणाम जसजसा वायुअंश वाढविण्यात येतो तसतसा टिकाऊपणा प्रथम जलदगतीनें वाढतो आणि नंतर हा वेग कमी होतो. धारित वायूची जसजशी वाढ होते तसतशी संपीडक शक्ति आणि जलांशांत घट होते. 288-D-1520.

जलसिमेंट गुणोत्तर आणि सामान्यपणे वापरण्यात येणाऱ्या मिलाव्याचा कमाल आकार यांच्या कक्षेत निरनिराळा अनुकूलतम प्रतिशत् धारित वायू असलेली कॉंक्रीटची मिश्रणें धारित वायू नसलेल्या अशाच कॉंक्रीटच्या मिश्रणांच्यापेक्षा अनेक पटींनी टिकाऊ असतात; तसेच अल्प जलसिमेंट गुणोत्तराची कॉंक्रीटच्या टिकाऊपणास बऱ्याच प्रमाणात मदत होते, (आ. १५) धारित वायू सामान्यपणे कॉंक्रीटमधील चुन्याच्या विभागात असतो असे मान–ण्यांत येते; आणि वाढत्या कमाल आकाराचा भरड मिलावा जसजशी चुन्याची जागा घेतो तसतसा वायुअंश घटत जातो. ही घट कमाल $\frac{3}{8}$ इंचापर्यंत प्रतवारी केलेल्या मिलाव्याच्या कॉंक्रीटमध्ये सुमारे ८ टक्क्यापर्यंत असते व कमाल ६ इंचापर्यंत मिलाव्याची प्रतवारी असलेल्या कॉंक्रीटमध्ये ३ टक्क्यपर्यंत असते. मिश्रणातील धारित वायूची अनुकूलतम टक्केवारी


१६
१४
१२
१०
८
६
४
२
०
कमाल ३ इंची मिलाव्याचे
कॉंक्रीट
४ टक्के धारित वायु
वायु न घातलेले
टिकाऊपणाचा गुणक
०·३०
०·४०
०·५०
०·६०
०·७०
०·८०
०·९०
जल-सिमेंट गुणोत्तर

आहे अशी वायुरिक्तता, मान्य आणि परिणामकारी वायुधारक द्रव्याने धारित कराव्यात आणि अनुकूलतम टिकाऊपणाची खात्री मिळण्याकरता कॉंक्रीटमधील चुन्याच्या संपूर्ण भागा–मध्ये सरासरी ०.००७ इंच अंतर राहील अशा तऱ्हेने त्यांचे अपस्करण करावे. सातत्य, प्रतवारी, वाळूचा अंश, मिलाव्यातील कणांचा आकार आणि (वायुधारक) द्रव्याचा प्रकार आणि राशि अशा अनेक घटकांचा, कॉंक्रीटचे मिश्रण करीत असताना तयार होणाऱ्या प्रारं–भिक वायुरिक्तता योजनेच्या गुणधर्मावर परिणाम होतो. तथापि नंतर ते हाताळले जात असताना अशा हाताळण्याचा दृढीकरणाच्या गुणधर्मावर अगर चल परिमाणावर फार थोडा परिणाम होतो. वस्तुतः मिश्रण केलेल्या ताज्या कॉंक्रीटमुळे अनिष्ट अशा हवेच्या मोठ्या बुडबुड्यांच्या निरसनातून हवेचा अंश कमी होतो व त्यामुळे वायुरिक्तता योजनेत सुधारणा होते; या मोठ्या पोकळ्या फुटून त्यातून लहान पोकळ्या तयार होतात, आणि त्यामुळे त्यांची संख्या वाढते. वायुरिक्ततांचा सरासरी आकार कमी होतो पण अवकाशघटक अनि–वार्यपणे स्थिर रहातो.

सामान्य प्रमाणात केलेल्या दृढीकरण आणि स्पंदन यामुळे जरी दृढीकरण क्रिया चालू असताना काही प्रमाणात धारित वायु फुकट जातो तरी, वायुधारित कॉंक्रीटच्या टिकाऊ–पणात सुधारणा करण्याकडे प्रवृत्ति होते असे दिसून आले आहे. या हवेच्या घटीचा शक्ति–वर फायदेशीर परिणाम होतो कारण त्यामुळे हवेच्या प्रारंभिक धारणामुळे ऱ्हास झालेल्या (कॉंक्रीटच्या) संपीडक शक्तिपैकी सर्वच्या सर्व नसली तरी काहीशी शक्ति पुन्हा प्राप्त होते.

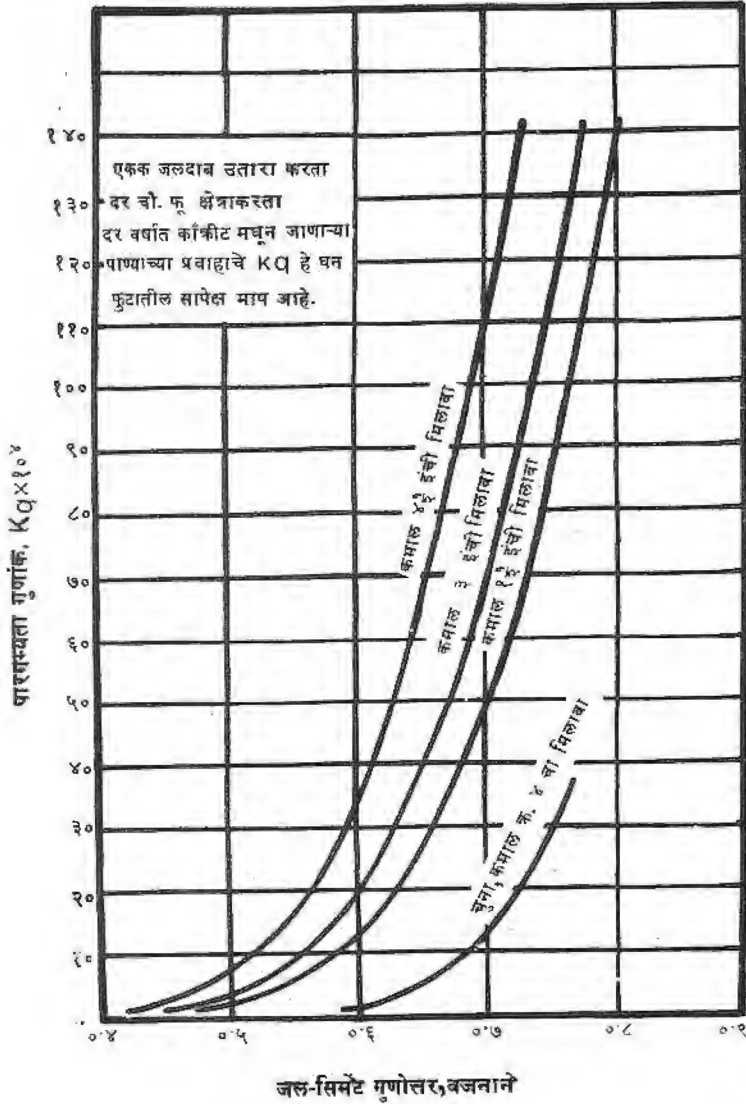
अतिशय प्रमाणात स्पंदन करण्याने चुन्याचे व कॉंक्रीटच्या मिलाव्याचे वियोजन होते आणि त्यामुळे कॉंक्रीटच्या गुणधर्मापैकी अनेकावर दुष्परिणाम होतो.

धारित वायूची कॉंक्रीटच्या टिकाऊपणास आणखी मदत होते कारण त्यामुळे ताज्या कॉंक्रीटमधील सुकार्यता सुधारुन व निस्रवण कमी होऊन दृढीभूत कॉंक्रीटमधील जल–नालीच्या रचनेमध्ये घट होते.

जलसिमेंट गुणोत्तर कमी करण्याने कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागावर होणाऱ्या आघातास कॉंक्री–टच्या प्रतिरोधीत प्रमाणात वाढ होते. चाचण्यांच्या निष्कर्षावरून असे दिसते की ६ टक्क्यापर्यंत धारित वायूमुळें रासायनिक आघातास प्रतिरोध करण्याच्या कॉंक्रीटच्या शक्तीत वाढ होते. कॉंक्रीटमधील जलनालिरचना कमी झाल्यामुळे त्याची जलाभेद्यता वाढते व प्रति–रोधात झालेली वाढ ही निःसंशय त्याचा परिणाम आहे.

कॉंक्रीटच्या क्षरण प्रतिरोधाचा त्याच्या संपीडक शक्तीशी संबंध असतो; म्हणून जसजसे जलसिमेंट गुणोत्तर कमी होते तसतसा क्षरण प्रतिरोध वाढतो. जेव्हा वायुधारणामुळे शक्तीत क्षीणता येते तेव्हा कॉंक्रीटचा क्षरण प्रतिरोधही त्याच प्रमाणात कमी होतो.

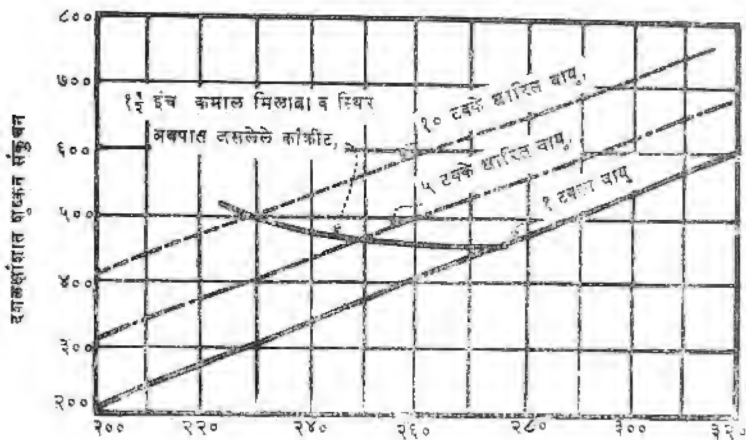
(इ) पारगम्यतेवरील परिणाम– कॉंक्रीटच्या पारगम्यतेवर जलसिमेंट गुणोत्तराचा होणारा ठळक परिणाम आ. १६ त चित्रित केला आहे. जलसिमेंट गुणोत्तर वजनाने ०.५५ पेक्षा जास्त असताना पारगम्यतेत झपाट्याने वाढ होते हे लक्षात घ्या.



आ. १६ -- तीन कमाल आकारांच्या चुना आणि काँक्रीटकरता, पारगम्यता गुणांक आणि जलसिमेंट गुणोत्तर यांच्यामधील संबंध. काँक्रीटच्या अपारगम्यतेकरता तुलनेने कमी जलसिमेंट गुणोत्तरे असावी लागतात. 288 - D - 1522

वायुधारित कॉंक्रीटवर केलेल्या जलदाब चाचण्यांवरुन दिसून येते की जर जलसिमेंट गुणोत्तर स्थिर राहिले तर कॉंक्रीटच्या संरचनात सामान्यपणे वापरण्यात येणाऱ्या धारित वायूच्या टक्केवारीचा कॉंक्रीटच्या पारगम्यतेवर फारसा परिणाम होत नाही. पोझोलान घातलेल्या निबल भारी कॉंक्रीटवर केलेच्या चाचण्यांच्या निष्कर्षावरुन असे दिसते की जेव्हा हे बारिक दळलेले पोझोलान (कॉंक्रीटमध्ये) वापरण्यात येतात तेव्हा पाण्याच्या प्रवाहास प्रतिरोध करण्याच्या कॉंक्रीटच्या शक्तीत वाढ होते.

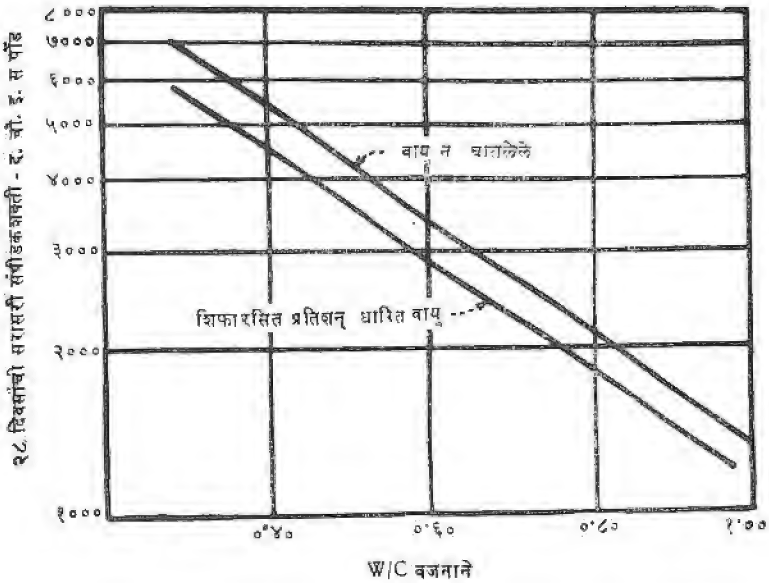
(ई) आयतन परिवर्तनावरील परिणाम– एकक जलांशाने कॉंक्रीटच्या शुष्कन संकुचनाचे प्रामुख्याने नियंत्रण होते. मिश्रणात सिमेंट कितीही घातले तरी त्याचा शुष्कन संकुचनावर अगदी किरकोळ परिणाम होतो. पाण्याच्या गरजेवर मात्र त्याचा प्रभाव पडतो सामान्यतः हा परिणाम क्षुल्लक असतो. •



आ. १७– निरनिराळ्या वायु–अंशाकरता, ताज्या कॉंक्रीटमधील जलांशाच्या संबंधात दृढीभूत कॉंक्रीटचे शुष्कन संकुचन 288-D-1523

आ. १७ वरुन असें दिसून येते कीं जसजसा जलांश वाढतो तसतशी कॉंक्रीटच्या शुष्कन संकुचनात वाढ होते. या आकृतीवरुन असे दिसते की मिश्रणांतील धारित वायूचा अंश जसजसा वाढतो तसतशी शुष्कन संकुचनांत वाढ होते. तथापि अवपातात घट न होता वायुधारणामुळे पाणी कमी करतां येत असल्यामुळे कॉंक्रीटमधील निव्वळ संकुचनात फारशी वाढ होत नाही. मिलाव्यात कमाल $1\frac{1}{2}$ इंच आकार वापरुन केलेल्या कॉंक्रीटच्या मिश्रणांच्या वक्रावरुन या वस्तुस्थितीचे दिग्दर्शन होते.

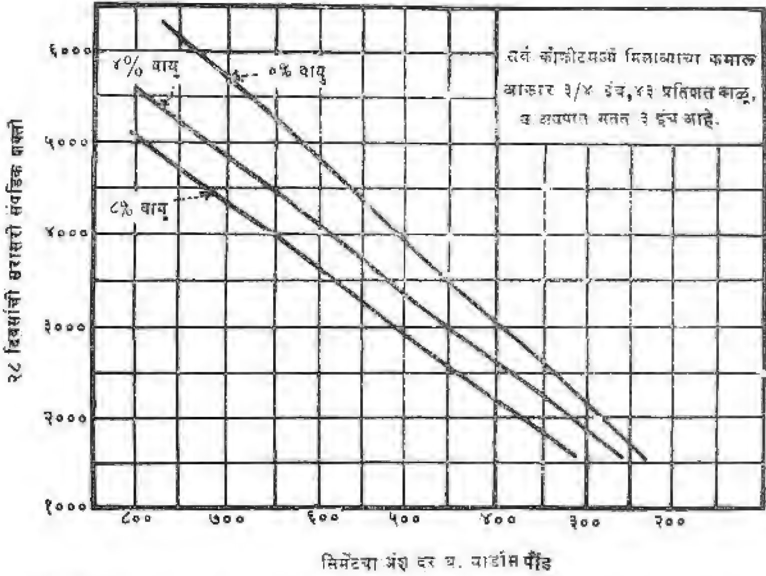
(उ) **शक्तीवरील परिणाम–** हजारो चाचण्यांवरुन आणि त्या फार कालावधीपर्यंत लांबवून केलेल्या अन्वेषणावरुन निःसंदिग्धपणे दाखविण्यात आले आहे की काँक्रीटच्या शक्तीवर परिणाम करणाऱ्या घटकांतील सर्वात महत्वाचा घटक जल–सिमेंट गुणोत्तर हा असतो. आ. १८ मधील नमुनेदार लेखाचित्रावरुन, जल सिमेंट गुणोत्तराप्रमाणे काँक्रीटची शक्ती कशी बदलते हे दिसून येते. दिलेल्या जलसिमेंट गुणोत्तराकरता २० व्या परिच्छेदात शिफारस केलेला वायु अंश असताना काँक्रीटची शक्ती २० टक्क्यांनी कमी होते पण मिला–व्यातील दिलेल्या कोणच्याही कमाल आकाराचे बाबतीत वायु अंशाची टक्केवारी जेथे स्थिर असते अशा काँक्रीटची शक्ती जल सिमेंट गुणोत्तराच्या प्रत्यक्ष प्रमाणांत बदलते.



आ. १८– वायुधारित आणि अवायुधारित काँक्रीटकरता जल सिमेंट गुणोत्तराच्या वाढीबरोबर शक्ती कमी होते; अगर जलसिमेंट गुणोत्तर स्थिर ठेविले असताना धारित वायूच्या वापरामुळे शक्तीत सुमारे २० टक्के घट होते. 288-D-1524

वायुधारक वापरताना सुकार्यतेत होणाऱ्या वाढीचा फायदा घेतलेला नाही अशा काँक्रीट–मधील वायुधारणामुळे शक्तीत घट होते. तथापि पाणी कमी करुन सुकार्यतेतील ह्या वाढीचा जर फायदा घेतला तर शक्तीमधील घटीची अंशतः भरपाई होते. $\frac{3}{4}$ इंच कमाल आका–राचा मिलावा, ४३ प्रतिशत् वाळू, सिमेंटचे स्थिर प्रमाण, ३ इंच स्थिर अवपात असलेल्या

अशा काँक्रीटमधील धारित वायूच्या दिग्दर्शित टक्केवारीमुळे झालेली शक्तीतील घट आ. १९ मधील वक्र दाखवितात.



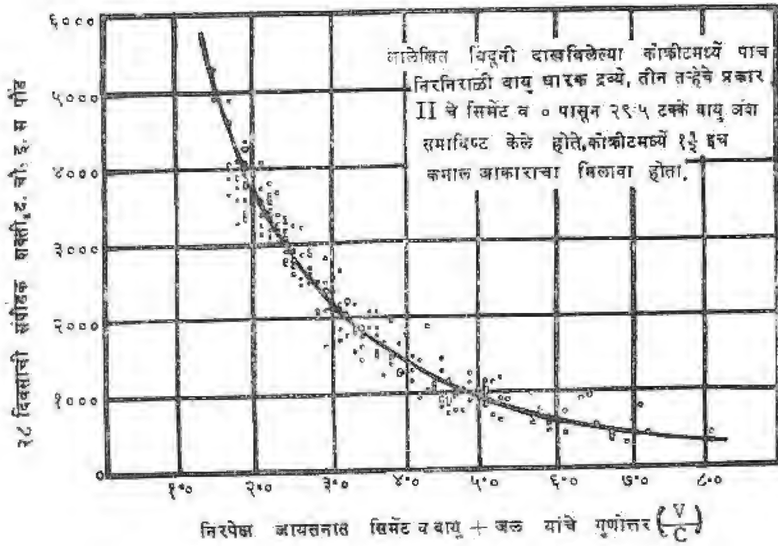
आ. १९– वायुधारित आणि अवायुधारित काँक्रीट करता शक्तीच्या संबंधात सिमेंटचा अंश 288-D-2654

दिलेल्या धारित वायूच्या राशीकरता वापरण्यात आलेल्या मिलाव्यातील कमाल आकारा-प्रमाणे शक्तीच्या ऱ्हासाचे प्रमाण बदलते. जास्त मोठ्या आकाराच्या मिलाव्याची मिश्रणे तयार केल्यामुळे शक्तीचा ऱ्हास कमी होतो व ६ इंच कमाल आकाराचा मिलावा आणि सिमेंटची अल्प राशी घालून केलेल्या भारी काँक्रीटमध्ये तर तो उपेक्षणीय असतो.

तसेच आ. २० मध्ये दाखविलेल्या V/C या रिक्तता– सिमेंट गुणोत्तराचे शक्ति हे फलन आहे. रिक्तता सिमेंट गुणोत्तरातील C ही संज्ञा, काँक्रीटच्या एकक राशीतील सिमेंटची निरपेक्ष राशि दाखविते. V संज्ञा, काँक्रीटच्या एकक राशीतील एकूण रिक्तता म्हणजेच पाणी आणि वायु अंश यांच्यातील रिक्ततांची एकत्र राशी दाखविते.

(ऊ) प्रत्यास्थतेवरील परिणाम– जरी प्रत्यास्थता गुणांक शक्तीच्या प्रत्यक्ष प्रमा–णात नसला तरी जास्त शक्तीच्या काँक्रीटचे प्रत्यास्थता गुणांक जास्त असतात. अशा तऱ्हेने जल–सिमेंट गुणोत्तर अगर वायुअंश यांच्यात ज्या प्रमाणात वाढ होते त्या प्रमाणात सामान्यपणे प्रत्यास्थता गुणांक वाढतो.

(ए) सर्पण आणि विस्तरणीयतेवरील परिणाम– ज्या प्रमाणात वायु अंश अगर



आ. २०– रिक्तता – सिमेंट गुणोत्तराच्या संबंधात काँक्रीटची संपीडक शक्ति
288-D-1526

जलसिमेंट गुणोत्तरात वाढ होते त्या प्रमाणात काही अंशी सर्पण आणि विस्तरणीयतेत वाढ होत असल्याचे दिसून आले आहे.

(ऐ) औष्णिक गुणधर्मावरील परिणाम– वायू, सिमेंट अगर पाण्याच्या, व्यावहारिक मिश्रणांच्या मर्यादित राहून, केलेल्या प्रमाणातील फरकामुळे औष्णिक गुणधर्मावर भरीव प्रमाणांत परिणाम होत नाही. तथापि काँक्रीटची संवाहकता, वायु आणि जलांश यांच्या व्यस्त प्रमाणात नक्कीच बदलते.

(ओ) एकक वजनावरील परिणाम– धारित वायूच्या राशीच्या प्रत्यक्ष प्रमाणात काँक्रीटच्या एकक वजनात घट होते. जलांशातील वाढीमुळे एकक वजन कमी होण्याकडे प्रवृत्ति असते. सिमेंटचे प्रमाण वाढविल्याने एकक वजनात वाढ होते.

१५ पोर्टलंड सिमेंटची रचना आणि सूक्ष्मता– या प्रकरणातील पहिल्या भागात वर्णन केलेले काँक्रीटचे बरेचसे गुणधर्म वापरण्यात आलेल्या पोर्टलंड सिमेंटच्या रचनेमुळे आणि सूक्ष्मतेमुळे बाधित होतात. काँक्रीटच्या गुणधर्मावर होणाऱ्या सिमेंटच्या वैशिष्ठ्यांची जास्त सुस्पष्टपणे कल्पना यावी म्हणून या विभागात पोर्टलंड सिमेंटच्या संमिश्र रचनेविषयी आणि त्याच्या मानक प्रकारांविषयीच्या चर्चेचा समावेश करण्यात येईल.

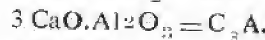
(अल्यूमिना आणि सिलिकांचा समावेश असलेल्या) आर्गिलेशस आणि (चुना असलेल्या) कॅल्केरियस द्रव्याचे योग्यप्रकारे प्रमाणबद्ध मिश्रण बारिक दळून पोर्टलंड सिमेंट बनविण्यात

येते. असे हे मिश्रण एकरुप होईपर्यंत भाजण्यात येते. यामुळे प्राप्त होणाऱ्या खंगराचे. २½ ते ५ टक्के जिप्सम ($CaSO_4 2H_2O$) घालून चूर्ण करण्यात आल्यावर जो पदार्थ तयार होतो तो फुलत नाही व त्याला पाण्याबरोबर रासायनिकतया मिसळून जाण्याचे आणि पाण्याच्या सानिध्यात दृढीभूत होण्याचे गुणधर्म प्राप्त होतात. काही प्रकारच्या सिमेंटमध्ये ते तयार करताना थोडेसे खनिज लोह अगर सिलिशस द्रव्य घालण्याची जरूरी असते.

(अ) सिमेंटची संमिश्र रचना– व्यावहारिक उद्दिष्टाकरता पोर्टलंड सिमेंट चार प्रमुख घटकांचे बनविलेले असते असे समजावे. त्यांची अंदाजी टक्केवारी रासायनिक विश्लेषण करुन संगणित करता येते. (आ. २१ पहा) या महत्वाच्या घटकांखेरीज कॅल्शियम सल्फेट, मॅग्नेशियम ऑक्साईड, लवणें आणि अन्य द्रव्येंहि थोड्या प्रमाणात (सिमेंटमध्ये) असतात. निव्वळ तांत्रिक दृष्टीकोनातून सिमेंटमधील महत्वाच्या घटकांच्या वितरणाच्या संख्यात्मक प्रामाण्याबद्दल जरी शंका घेता आली तरी सिमेंटच्या गुणधर्मांचा सहसंबंध लावण्याच्या बाबतीत त्याच्या उपयुक्ततेस वास्तविक मूल्य असते. रासायनिक सूत्रासह महत्वाचे घटक आणि त्यांची स्वीकृत संक्षिप्त रूपे खालीलप्रमाणे आहेत.

ट्राय कॅल्शियम सिलिकेट–  $3\,CaO\,SiO_3 = C_3S.$

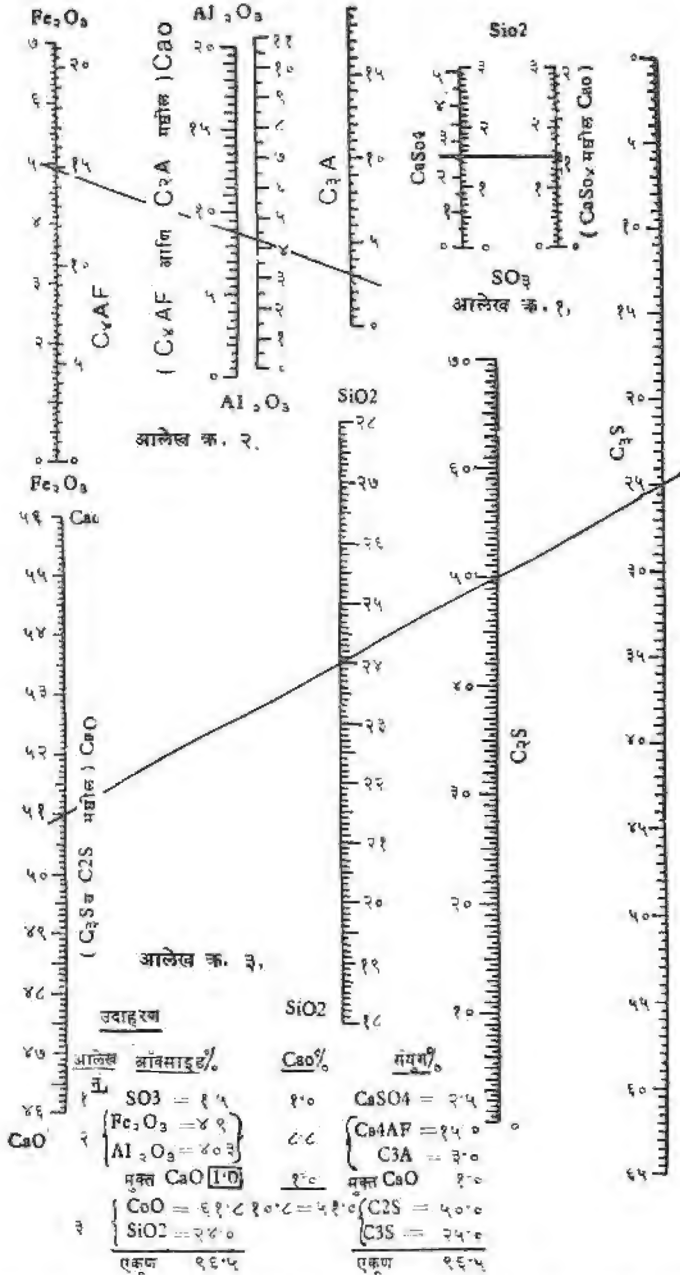
डाय कॅल्शियम सिलिकेट–  $2\,CaO.SiO_2 = C_2S.$

ट्राय कॅल्शियम अल्युमिनेट–  $3\,CaO.Al_2O_3 = C_3A.$

टेट्रा कॅल्शियम अल्युमिना– फेराइट  $4\,CaO.Al_2O_3.$

 $Fe_2O_3 = C_4AF$

सिमेंटमधील शक्तिविकसन गुणधर्मातील बऱ्याचशा गुणधर्मांचे नियंत्रण C_3S आणि C_2S करतात हे दाखवून देण्यात आले आहे. निरनिराळ्या प्रकारांच्या सिमेंटमधील C_3S व C_2S च्या टक्केवारीची बेरीज ७० ते ८० टक्क्यांच्या मर्यादेत असते. C_3S ची टक्केवारी उच्च असली (C_2S ची कमी) तर त्याची परिणती उच्च प्रारंभीक शक्ती आणि उच्च ऊष्णता निर्मितीत होते. कमी C_3S आणि उच्च C_2S अशा उलट्या संयुगाने शक्तीचे विकसन जास्त सावकाश होते आणि उष्णता कमी निर्माण होते. ट्राय कॅल्शियम अल्युमिनेट (C_3A) तितक्याच राशीच्या अन्य घटकांच्यापेक्षा कितीतरी जास्त उष्णता निर्माण करते आणि ते सिमेंटमधील बऱ्याच अनिष्ट गुणधर्मांना जबाबदार आहे. सामान्यत: असे म्हणता येईल की C_3A ची टक्केवारी कमी असल्यास सिमेंटचा आयतन परिवर्तनाकडे व चिरा निर्माण होण्याकडे कल कमी होतो व हा घटक जास्त प्रमाणात असलेल्या सिमेंटपेक्षा हे सिमेंट सल्फेट (लवण) द्रावणाना जास्त काळपर्यंत प्रतिरोध करू शकते. कच्च्या मालाच्या स्वाभाविक गुणधर्मामुळे, बाजारी सिमेंटमध्ये C_3A काही प्रमाणात जवळजवळ नेहमीच असते. C_3A चा अंश कमी करणे, कच्च्या मालाची योग्य प्रकारे प्रक्रिया करुन अगर निवड करुन आयर्न ऑक्साइड घालून, अगर हे दोन्ही उपाय एकत्रपणे करुन, साध्य करता येते. असे असले तरी, आयर्न ऑक्साईड घातल्याने C_4AF मध्ये वाढ होते व इष्ट अशा सिलिकेटांच्याऐवजी भेसळी सारखाच त्याचा उपयोग होतो म्हणून त्यांच्या प्रमाणापेक्षा जास्त राशी (सिमेंटमध्ये) असू नयेत.



आ. २१– ऑक्साईड अन्वेक्षणानें पोर्टलंड सिमेंटमधील संमिश्र रचनेची निश्चिती करण्याचे सूत्रालेख.

इतर कच्च्या घटकांशी, खंगराचे कमी ज्वलन झाल्याने, चुन्याचा पूर्णपणे संयोग होत नाही. परिणामतः तयार सिमेंटमध्ये मुक्त अगर असंयोगित चुना (CaO) निर्माण होतो. जर हा चुना बऱ्याच प्रमाणात असला तर कॉंक्रीटचे शेवटी विस्तरण अगर विघटन होते.

सिमेंटच्या दृढीकरणाची वेळ नियंत्रित करण्याकरता, खंगर दळला जात असताना त्यात कोणच्या तरी स्वरुपात कॅल्शियम सल्फेट (सामान्यपणे स्वदेशी जिप्सम) अडीच ते पाच टक्क्यापर्यंत घालण्यात येते.

बहुतेक कच्च्या मालातील मॅग्नेशियम ऑक्साइड, हा गौण घटक सिमेंटमध्ये अल्प-प्रमाणात असतो. MgO वर, विनिर्देशनात मर्यादा (सामान्यतः ५ टक्के) घालण्यात येते, कारण जर त्यापेक्षा त्याची टक्केवारी जास्त असली तर जेव्हा कॉंक्रीट सातत्याने ओले असते अगर वरचेवर ओले होते तेव्हा बऱ्याच काळपर्यंत चालू रहाणारे विस्तरण अतिशय प्रमाणात निर्माण होण्याची खात्री असते. रासायनिक रचनेच्या अन्वेषणावरून माहीत झालेल्या प्रज्वलनानंतरची हानी पूर्वजलयोजन आणि कार्बनीकरणाचे द्योतक आहे. सिमेंट तयार करत असताना आर्द्रण अगर शोषण झाल्याने पूर्वजलयोजन निर्मिती होते आणि जेव्हा खंगर अगर सिमेंट हवेतील कार्बन डायॉक्साईडला प्रस्तुत केले जाते तेव्हा आर्द्रतेच्या उप-स्थितीत कार्बनीकरण घडून येते. प्रज्वलन हानि किती झाली हे सिमेंटच्या कालावधीचे एक माप आहे, आणि विनिर्देशनाने त्याची टक्केवारी मर्यादित केली आहे.

पोर्टलंड सिमेंटमध्यें सोडियम, पोटॅशियम, टिटॅनियम, फॉस्फरस आणि मॅग्नेशियमसुद्धा अल्प प्रमाणांत असतात, आणि तयार झालेल्या सिमेंटमधील त्यांच्या राशी ते तयार कर-ण्याच्या पद्धतीवर आणि कच्च्या मालाच्या बनावटीवर अवलंबून असतात. या गौण घट-संयोगाच्या पद्धती अद्याप दुर्बोध आहेत आणि या सर्वांचा सिमेंटच्या गुणधर्मावर क्षुल्लक परिणाम होतो असें पूर्वी मानण्यांत येत असे. तथापि १९४० मध्यें Na_2O व K_2O या अल्कलींच्यामुळे कॉंक्रीटचा शीघ्र विस्तरणीय ऱ्हास, विशेषतः जेव्हां ०.६ टक्क्यापेक्षां वज-नानें जास्त प्रमाणांत ते असतात तेव्हां, होऊं शकतो असें प्रस्थापित झाले आहे.

कांहीं संवेदनाक्षम सिलिशस खडक आणि मिलाव्यांतील खनिज द्रव्यें आणि सिमेंटच्या जलयोजनामुळे मुक्त झालेले अल्कली यांच्यामध्यें जेव्हां अन्योन्य क्रिया चालू होते तेव्हां अल्कली सिलिकाजेल निर्माण होते व रसाकर्षी फुलण्यामुळे विस्तरणीय ऱ्हास होतो. अनु-भवावरून असे दिसते कीं अनभिक्रियाशील मिलाव्यांची निवड करून, अगर कमी अल्कली असलेले सिमेंट अथवा ज्यांत विशिष्ठ प्रकारची पोझोलान द्रव्यें आहेत असे सिमेंट वापरून या क्रियेवर नियंत्रण ठेवता येते. सिमेंटमधील अल्कली अंश मर्यादित करणे ही नियंत्रणाची सर्वांत समाधानकारक पद्धत आहे, कारण मिलाव्याच्या अभिक्रियाशीलतेचे मूल्यन करण्यास फार वेळ लागतो आणि अडचणी येतात परंतु या पद्धतीने कॉंक्रीटच्या प्रतीत अन्य सुधारणा एकाच वेळी साध्य करणे शक्य होते. उदाहरणार्थ, कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागावर जाळी पडणे, कॉंक्रीट तडकणे आणि चिराळणे यांचा उच्च अल्कली सिमेंटशी संबंध असतो, आणि अशी पृष्ठभागीय अपूर्तता, अल्कलीचे प्रमाण कमी असलेले सिमेंट वापरून कमी करता येते अशी

चिन्हे दृष्टोत्पत्तीस येतात.

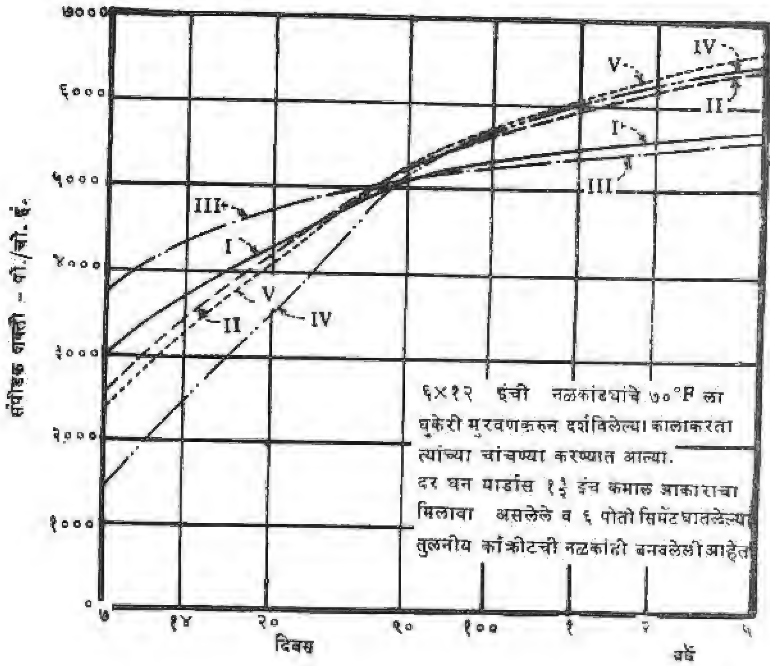
सोडियम आणि पोटॅशियम हे दोन्ही सिमेंटमधील अनिष्ट घटक आहेत. पण Na_2O चे दिलेले वजन हे त्याच वजनाच्या K_2O पेक्षा जास्त क्रियाशील असते कारण प्रत्येक प्रति–शत् K_2O रासायनिकरित्या Na_2O च्या ०.६५८ टक्क्याइतका असतो. या संबंधामुळे सिमेंटमधील एकूण अल्कलीची वजनाने एका तत्सम टक्केवारीत गणना करता येते. ही टक्केवारी Na_2O ची टक्केवारी आणि ०.६५८ पट K_2O ची टक्केवारी यांची बेरीज करुन संगणित करण्यात येते.

संघीय आणि A S T M यांच्या " कमी अल्कली " सिमेंट विनिर्देशनाप्रमाणे (वर दर्शविल्याप्रमाणे संगणित केलेला) अल्कली अंश ०.६ टक्के अगर त्यापेक्षा कमी असावा लागतो. कांही वर्षाच्या कालावधीनंतर होणाऱ्या महत्वपूर्ण ऱ्हासास कारणीभूत होणाऱ्या कांही प्रतिक्रिया टाळण्याकरता ह्या मर्यादा पुऱ्या पडतीलच असे नाही. अल्कलीप्रमाण कांहीसे कमी असलेले सिमेंट अनेक कारखान्यांत हल्ली तयार होत आहे आणि कमी–अल्कली सिमेंटकरता ०.६ टक्क्यापेक्षा कांहीसा कमी अल्कली अंश विनिर्देशित करणे व्यवहार्य व इष्ट असल्याचे आढळणे शक्य आहे. अन्यथा अल्कली–मिलावा प्रतिक्रियेमुळे निर्माण होणारे काँक्रीटचे विस्तरण कमी करण्यात अनेक पोझोलानी द्रव्ये प्रभावी ठरली आहेत.

(आ) सिमेंटचे प्रकार -- विशिष्ठ परिस्थितीत वापरण्याकरता विशेषेकरुन उपयोगी पडणाऱ्या सिमेंटच्या प्रकारांच्या निर्मितीत अलिकडच्या काळात ध्यानात येण्याजोगी वाढ झाली आहे. चार ठळक रासायनिक संयुगाच्या तौलनिक प्रमाणात फेरबदल करुन म्हणजेच संयुगातील रचनेत फरक करुन प्रकारातील हा भिन्नपणा साध्य करण्यात येतो. याच प्रकारच्या पोर्टलंड सिमेंटची नमुनेदार संयुग रचना सारणी ५ मध्ये दिली आहे.

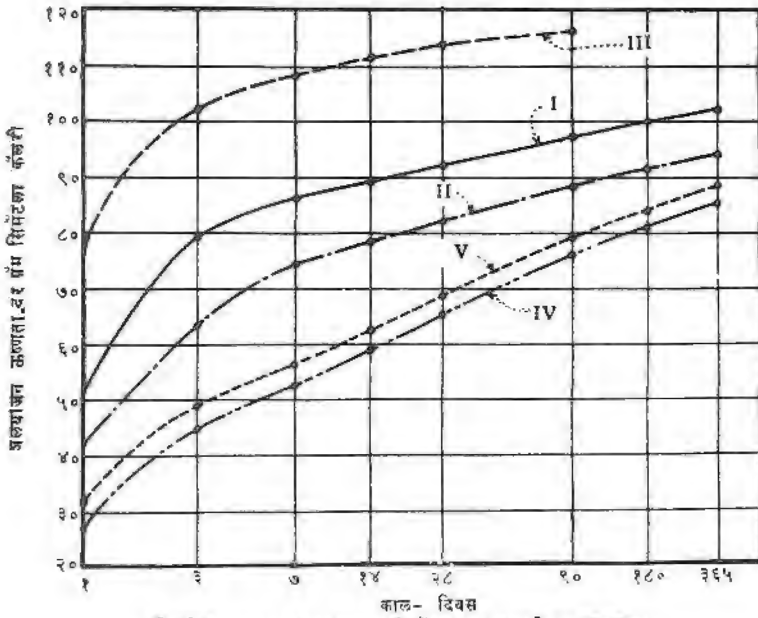
पोर्टलंट सिमेंटच्या पाची प्रकारांचा समपरिस्थितीत तयार केलेल्या आणि मुरविलेल्या काँक्रीटमधील, तौलनिक शक्तिविकास आ. २२ मध्ये दिग्दर्शित केला आहे. या पाच प्रकाराकरता जलयोजन उष्णता आणि तपमान वाढ आ. २३ मध्ये दाखविली आहे. पोर्टलंड सिमेंटच्या SS-C-192 या क्रमांकाने प्रकार I ते V विनिर्देशित केले आहेत, आणि पुढील चर्चेत त्यांचे जास्त खुलासेवार वर्णन केले आहे. तसेच खरेदीदाराच्या इच्छेनुरुप कमी अल्कलीच्या अगर आभासी पक्वता लागणाऱ्या मर्यादांची आवश्यकता असलेल्या सिमेंटच्या पाच प्रकारापैकी कोणाही करता विनिर्देशनात तरतूद केलेली आहे; या शिवाय प्रकार II करता जलयोजन उष्णतेच्या मर्यादा पुऱ्या करण्याचीहि गरज लागेल. प्रकार IV चे सिमेंट उष्णता–नियंत्रणाकरता मुद्दाम अभिकल्पित केलेले असते व कमाल जलयोजन उष्णतेच्या गरजाशिवाय C_2S वरही कमाल मर्यादा ठेवावी लागते. या विनिर्देशास अनुसरुन वायुधारित सिमेंटही विकत घेता येते.

ब्यूरोच्या संरचना विनिर्देशात सामान्यपणे पोर्टलंड सिमेंटकरता कोणचा विशिष्ठ प्रकार लागेल यासकट लागू करता येण्याजोग्या चालू संघीय विनिर्देशनांचा समावेश करण्यात येतो. ब्यूरोच्या कामावर जेथे लागू पडेल तेथे आभासी पक्वता मर्यादा आणि कमी–अल्कली

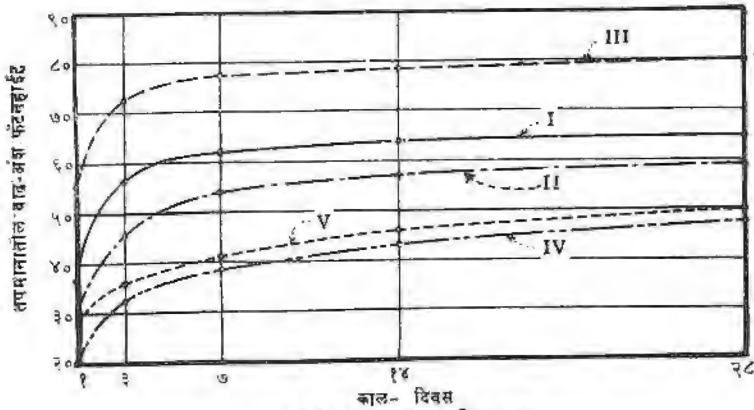


आ. २२– निरनिराळ्या प्रकारच्या सिमेंटपासून बनविलेल्या कॉंक्रीटमधील शक्तीचे विकासमान 288-D-1527

मर्यादा सामान्यपणे विनिर्देशित करण्यात येतात. भारी कॉंक्रीटच्या संरचनांच्याकरता, कॉंक्रीट टाकून झाल्यावर पहिल्या काही थोड्या दिवसात सिमेंटच्या जलयोजनामुळे निर्माण झालेल्या उष्णतेची राशी कमी होण्याची खात्री असावी म्हणून जलयोजन उष्णतेची मर्यादा विनिर्देशित करावी. सारणी ५ आणि आकृत्या २२ व २३ मधील आधार सामुग्री गेल्या दहा अगर पंधरा वर्षात तयार केलेल्या पोर्टलंड सिमेंटचे एक वैशिष्ट्य आहे. तथापि १९६० साली ASTM आणि संघीय विनिर्देशनानी II व V या प्रकारांच्या सिमेंट करता C_3S च्या कमाल मर्यादा काढून टाकल्या. जर ही विनिर्देशने अमलात आली तर संभवतः C_3S चा अंश जास्त वापरण्याकडे कल निर्माण होईल; आणि परिणामतः प्रकार II आणि V च्या सिमेंटकरता उच्च प्रारंभिक शक्ति व उच्च जलयोजन उष्णतेकडेही प्रवृत्ति वळेल,



निरनिराळ्या प्रकारांच्या सिमेंटकरता जलयोजन ऊष्णता



कॉंक्रीटच्या तपमानातील वाढ

४½ इंच कमाल आकाराचा मिलावा व दर घ. यार्डास १ पीप सिमेंट असलेल्या भारी कॉंक्रीटच्या अक्रमी कॅलरी मापक खोल्यांत मोहोरबंद करून मुरवण केलेल्या १७×१७ इंची नळकांड्यांच्या चांचण्या

आ. २३– निरनिराळ्या प्रकारच्या सिमेंटपासुन तयार केलेल्या कॉंक्रीटमधील जल–योजन उष्णता आणि तपमान वृद्धि. 288-D-118

सारणी ५ पोर्टलंड सिमेंटच्या संमिश्र रचना

सिमेंटचा प्रकार	संमिश्र रचना – टक्केवारी							
	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF	$CaSO_4$	मुक्त CaO	MgO	प्रज्वलन हानी
प्रकार I	४९	२५	१२	८	२. ९	०. ८	२. ४	१. २
प्रकार II	४६	२९	६	१२	२. ८	०. ६	३. ०	१. ०
प्रकार III	५६	१५	१२	८	३. ९	१. ३	२. ६	१. ९
प्रकार IV	३०	४६	५	१३	२. ९	०. ३	२. ७	१. ०
प्रकार V	४३	३६	४	१२	२. ७	०. ४	१. ६	१. ०

प्रकार I चे सिमेंट काँक्रीटच्या सर्वसामान्य बांधकामात वापरण्याकरता तयार केलेले असते. येथे इतर प्रकारातील विशिष्ट गुणधर्माची गरज नसते. ब्यूरो जरी सामान्य बांध–कामाकरता काही काळ प्रकार II चे सिमेंट पसंत करत होता तरी अलिकडच्या काळात केलेल्या अन्वेषणावरून असे दिसून आले आहे की प्रकार I चे सिमेंट वापरून तयार केलेले वायुधारित काँक्रीट, गोठण आणि वितळणाच्या परिस्थितीत प्रकार II च्या सिमेंटपासून तयार केलेल्या वायुधारित काँक्रीट इतकेच टिकाऊ असते. जेथे मातीतील सल्फेटशी अगर भुजलाशी संबंध येत नाही आणि जेव्हा प्रकार II च्या सिमेंटपेक्षा ते बचतकारी असते तेव्हा ब्यूरोच्या सामान्य बांधकामात प्रकार I चे सिमेंट हल्ली वापरण्यात येते.

ब्यूरोच्या ज्या बांधकामात जेथे मध्यम प्रकारचा सल्फेटचा परिणाम होण्याचा संभव असतो तेथे प्रकार II चे सिमेंट वापरण्यात येते. सल्फेटच्या द्रावणाला प्रतिकार करण्याची चांगली शक्ती निर्माण करण्यास जबाबदार असलेले C_3A तुलनेने कमी प्रमाणात असणे हे त्याच्या बनावटीचे वैशिष्ट्य असते. SS-C-192d या संघीय विनिर्देशातील C_3S वरील कमाल मर्यादा १९६० साली काढून टाकण्यापूर्वी प्रकार II हा मध्यम जलयोजन उष्ण–तेशी समानार्थक असे. तथापि SS-C-192d या विनिर्देशनात फक्त जलयोजन नियंत्रणा-करता तरतूद असलेल्या ऐच्छिक तरतूदी अंमलात आणून मध्यम प्रकारच्या उष्णता निर्मि–तीच्या वैशिष्ठ्यांची खात्री केली जाते.

आपाती संरचना आणि दुरुस्त्यात आणि यंत्राच्या बैठकी आणि दरवाजे बसविण्याकरता लागणाऱ्या बांधकामात काँक्रीटच्या शक्तीचा जलद विकास व्हावा लागतो. अशा बांधकामात प्रकार III चे सिमेंट वापण्यात येते. लवकर निष्कर्ष प्राप्त करण्याची आवश्यकता असते अशा प्रयोग शाळेतील चाचण्यातही ह्या प्रकाराचे सिमेंट वापरले जाते. जेव्हा सिमेंटचा हा प्रकार वापरण्यात येतो तेव्हा प्रारंभीच्या कालात काँक्रीटच्या मुरवण आणि संरक्षणाच्या तरतुदी थांबविण्यात येतात. त्वरकाचा ("संमिश्रण" पहा) वापर करून लवकर उच्च–

शक्ती देणारे सिमेंटही निर्माण करणे शक्य असते. या पद्धतीने सिमेंटच्या प्रकारात बदल करण्याची जरूरी नाहीशी करता येते आणि खर्चही कमी करता येतो.

प्रकार IV चे सिमेंट इतर प्रकारांपेक्षा कमी उष्णता निर्माण करते व उष्णता निर्मितीचा वेगही कमी असतो. तपमानात उच्च प्रमाणात वाढ होत असताना आणि तपमानात घट होत असताना केलेल्या बांधकामात, भारी कॉंक्रीटच्या संरचनात प्रकार I व प्रकार II चे सिमेंट वापरल्यामुळे चिरा पडतात. अशा चिरा कमी व्हाव्यात म्हणून हा प्रकार (प्रकार IV) विकसित करण्यात आला आहे. ब्यूरोने आणि इतर संघटनांनी अनेक मोठाल्या संरचनात प्रकार IV चे सिमेंट वापरले आहे. याचे वैशिष्ट्य, त्यातील C_2S आणि C_4AF ची उच्च टक्केवारी आणि C_3S आणि C_3A ची तुलनेने कमी टक्केवारी हे आहे.ज्या कॉंक्रीट-मध्ये हा प्रकार वापरला आहे ते सल्फेटच्या द्रावणांना जास्त प्रतिरोध करते कारण त्यात C_3A चा अंश कमी असतो, जलद शक्तीविकास कमी प्रमाणात होतो, पण (विशेषतः भारी कॉंक्रीटच्या बाबतीत) प्रगत कालात समान शक्ती निर्माण होते आणि चिराळण्यास जास्त प्रमाणात प्रतिरोध होतो. प्रकार IV च्या सिमेंटचे जलयोजन कमी वेगाने होते म्हणून सामान्य आकाराच्या संरचनात ते साधारणपणे अनुपयुक्त असते कारण शक्तीचा पुरेसा विकास होण्यास आणि झिजण्याचा प्रतिकार करण्याकरता, तसेच अन्य इष्ट गुण प्राप्त करण्या-करता, अशा सिमेंटचे दीर्घकाल (२१ दिवस) मुरवण करणे अवश्य असते. गोठणामुळे, फर्मे काढण्यामुळे, आणि आकस्मिक कारणामुळे होणारी नुकसानी रोखण्याकरता कॉंक्रीटची जादा काळजी आणि संरक्षण प्रारंभीच्या काळात करावे लागते.

कालव्याची अस्तरे, पूल, सायफन या सारख्या संरचनांचा, ज्या परिस्थितीत सल्फेटचे इतके संकेंद्रण झालेले असते की अन्य प्रकारचे सिमेंट वापरले असता कॉंक्रीटची गंभीर प्रमा-णात हानी होईल अशी माती व भूजल यांच्याशी संपर्क येतो, तेथे प्रकार V चे सिमेंट वापरणे विशेष फायदेशीर असते. सारणी ५ पाहिली असता असे दिसून येईल की ह्या सिमेंटमध्ये C_3S आणि C_2S दोन्ही मिळून असाधारणपणे जास्त आहेत आणि कोणाच्याही अन्य प्रकारांतल्यापेक्षा C_3A आणि C_4AF दोन्ही मिळून कमी आहेत. कमी प्रमाणातील C_3A आणि C_4AF चे या एकत्रीकरणामुळे अन्य प्रकाराच्या सिमेंटपेक्षा हा प्रकार सल्फेटच्या आघातास पुष्कळच जास्त प्रतिरोध करतो. C_3A चा अंश जास्त असलेल्या प्रकार I अगर III च्या सिमेंटपासून तयार केलेले कॉंक्रीट या संदर्भात सर्वात कमी टिकाऊ असते. आ. २२ वरून असे दिसते की भविष्यकाळात प्रकार V च्या सिमेंटमध्ये उच्च शक्ति विकास होतो. C_3S आणि C_2S चा अंश जास्त असतो हे याचे कारण आहे. कमी उष्णता निर्माण होणाऱ्या सिमेंटच्या मानाने प्रकार V च्या सिमेंटमध्ये निर्माण होणारी उष्णता फारशी जास्त नसते. (आ. २३ पहा.) सैद्धांतिक दृष्टिकोनातून असे दिसते की आदर्श सिमेंटला प्रकार V चे सिमेंट हे सर्वात अधिक जवळचे आहे.

पोर्टलंड–पोझोलान सिमेंट ही पोर्टलंड सिमेंट आणि पोझोलान म्हणून ओळखल्या

जाणाऱ्या कांही रासायनिकतया क्रियाशील नैसर्गिक अगर कृत्रिम द्रव्यांची मिश्रणे असतात व ती SS-C२०८C या संघीय विनिर्देशनात आणि C३५० या A S T M च्या निर्देशनात समाविष्ट केली आहेत. गिरणीमध्ये पोझोलान आणि पोर्टलंड सिमेंटचा खंगर एकमेकात दळून तयार केलेल्या पोर्टलंड-पोझोलान सिमेंटचे या देशातील उत्पादन अत्यंत मर्यादित आहे.

(इ) सिमेंटची सूक्ष्मता– जितके सिमेंट जास्त सूक्ष्म कणांचे असेल तितका त्याच्या जलयोजनाचा वेग वाढतो आणि परिणामत: लवकर निर्माण होणाऱ्या त्याच्या शक्तीत वाढ होते आणि त्यात उष्णता अधिक जलद निर्माण होते. जरी नंतरच्या कालावधीतील एकूण उष्णता निर्मिती आणि शक्ती सूक्ष्मतर सिमेंटमध्ये काहीशा जास्त असतात तरी उच्च सूक्ष्मतेचा प्रभाव जलयोजनाच्या प्रारंभिक कालावधीत प्रधानत: दिसून येतो.

सिमेंटच्या (कणांच्या) अत्यंत सूक्ष्म आकारामुळे चाळण्या वापरुन त्याच्यातील सूक्ष्मतर कणांचे आकार-प्रभाजनात वियोजन होऊं शकत नाही, म्हणून त्याच्या आकार वितरणाचे सांख्यिक अंदाज करण्याकरता खास पद्धतीच्या योजना करण्यात आल्या आहेत. "गढूळपण मापी," "वायु पारगम्यता उपकरण," यांच्यासारखी साधने याकरता सर्रास वापरण्यात येतात. सूक्ष्मतेच्या प्रमाणास विशिष्ठ पृष्ठभाग म्हणतात आणि ते एक ग्रॅम सिमेंटमधील सर्व कणांच्या पृष्ठभागाच्या क्षेत्रफळाच्या बेरजेइतके असते व ते चौ. सें. मीटर्समध्य मोजले जाते; त्यावेळी हे कण गोलाकार आहेत असे समजण्यात येते. अनेक वर्षे मानक म्हणून स्वीकृत केलेल्या सिमेंटचे विशिष्ठ पृष्ठ निश्चित करण्याच्या वॅगनर-गढूळपणमापी पद्धतीच्या ऐवजी संघीय विनिर्देशात ब्लेन वायु-पारगम्यता पद्धती वापरण्यात येते.

ब्लेन पद्धतीने निश्चित केलेली अत्यंत आधुनिक सिमेंटची विशिष्ठ पृष्ठे दर ग्रॅमला २६०० पासून ५००० चौ. सें. मीटरच्या मर्यादेत असतात. SS-C-192-d या संघीय विनिर्देशनात अशी अट घालण्यात आली आहे की प्रकार III खेरीज करुन सर्व प्रकारच्या एक पिप सिमेंटच्या प्रातिनिधिक नमुन्याकरता निश्चित केलेले सरासरी विशिष्ठ-पृष्ठ २८०० पेक्षा कमी असता कामा नये आणि कोणत्याही चाचणी नमुन्याचे विशिष्ठ-पृष्ठ दर ग्रॅमला २६०० सें. मीटर पेक्षां कमी असता उपयोगी नाही. याला अपवाद फक्त प्रकार III चे सिमेंट असते कारण त्याच्याकरता सूक्ष्मतेची गरज नसते. ब्लेन आणि वॅग्नर पद्धतीनी निश्चित केलेल्या सिमेंटच्या पृष्ठक्षेत्रांचे निश्चित असे गुणोत्तर जरी नसले तरी विनिर्देशनातील गरजांना १.८ नी भागून वॅग्नर मूल्यांचा ढोबळ अंदाज करता येतो.

जर सुमारे २८००(ब्लेन)पेक्षा कमी विशिष्ठ-पृष्ठ असलेले सिमेंट वापरले तर परिणामी काँक्रीटची क्रियाशीलता मंद होण्याची आणि त्यात अतिशय निस्रवण (प्रारंभिक दृढीकरण होण्यापूर्वी कणांचे अवसादन झाल्यामुळे काँक्रीटच्या पृष्ठभागावर पाणी जमणे) होण्याची शक्यता असते. निस्रवणामुळे काँक्रीटच्या पृष्ठभागावर पुष्कळ वेळा खराब दिसणारे वाळूचे चरे पडतात. सामान्यपणे वापरण्यात येणाऱ्या सूक्ष्मतेच्या मर्यादेत घट आल्याने पाण्याच्या गरजेत वाढ होते. जर सूक्ष्मता जास्त असेल तर लवकर होणाऱ्या शक्ती विकासात सुधारणा होते. तथापि चाचण्या आणि अन्वेषणावरुन असे दिसून येते कीं गोठण आणि वितळणाला

होणारा प्रतिरोध जागेवर असणाऱ्या परिस्थितीशी समतुल्य परिस्थितीत मुरविलेल्या काँक्रीटमधील बारिक दळलेल्या सिमेंटमुळे किंचितसा कमी होतो.

सूक्ष्मता चाचण्या आणि रासायनिक विश्लेषणाच्या आधारावर अन्यतः एकसारख्या मान-लेल्या सिमेंटच्या तुलनेत शक्ती, जलयोजन उष्णता, साईची निर्मिती, निःलवण प्रवृत्ति आणि टिकाऊपणा यांचे बाबतीत फरक असल्याचा पुरावा दृष्टोत्पत्तीस आला आहे. या फरकांच्या कारणाचे पूर्णपणे ज्ञान झालेले नाही. पण अशी शंका येते की कच्च्या द्रव्यातील आणि (सिमेंट) तयार करण्याच्या पद्धतीतील भिन्नपणा (या फरकास) जबाबदार असावा. सिमेंटमध्ये अंतर्भूत असलेले वायुधारक गुणधर्म यात सहाय्यकारी घटक असावेत. काँक्रीटच्या दर्जावर परिणाम करणाऱ्या या अधिक अज्ञात बाबींचे विश्लेषण आणि त्यांचे नियमन करण्याचे काही प्रयत्न करण्यात आले आहेत आणि या बाबीकडे वाढत्या प्रमाणात लक्ष देण्यात येत आहे.

१६ सिमेंटमधील दिखाऊ पक्कता– (कधी कधी अकाली घट्ट झालेली असा नामनिर्देश करण्यात येत असलेली) सिमेंटमधील दिखाऊ पक्वता मिश्रणानंतर लगेच झालेल्या सातत्यातील अर्थपूर्ण हानीवरुन उघडकीस येते. काहीही कारणामुळे जागेवर नेऊन टाकण्या-पूर्वी ज्यावेळी हे द्रव्यांचे मिश्रण मिश्रकामध्ये अगर एकत्रीकरण नाळत्यामध्ये कांही मिनिटे पडून रहाते तेव्हा जर मिसळलेले काँक्रीट फर्म्याकडे नेण्यास उशीर झाला तर त्यामुळे त्रास होण्याची बरीच शक्यता असते. मिश्रक आणि फर्मे यांच्या दरम्यान होणाऱ्या अवपातातील अत्युच्च हानीवरुन दिखाऊ पक्वता दिग्दर्शित होते. तथापि, ती इतकी तीव्र असू शकते की काँक्रीटमधील एकसारखेपणावर नियंत्रण ठेविण्याचे सर्व प्रयत्न वाया जातात आणि संरचना कार्यक्रमात विलंब होतो, आणि त्यामुळे (काँक्रीट) हाताळणे, जागेवर पसरणे आणि त्याची अंतिम साफसफाई करणे या बाबीवरील खर्चात वाढ होते. याशिवाय दिखाऊ पक्कतेमुळे काँक्रीटमधील पाण्याच्या गरजेत वाढ होते व परिणामतः त्याच्या शक्तीत घट येते आणि वायुधारक गुणधर्मात अनियमितपणा आणि अन्य अनिष्ट परिणाम निर्माण होतात.

जिप्समच्या निर्जलीभवनामुळे (काँक्रीटमध्ये) दिखाऊ पक्वता येते हे सामान्यपणे मान्य झाले आहे. सिमेंट तयार करताना दिखाऊ पक्वतेचे गुणधर्म बहुशा नाहीसे करता येतात, आणि सिमेंट कंपन्यांकडून अनेक भिन्न पद्धती प्रभावीपणे वापरण्यात येत आहेत

१७– पोझोलानांचा वापर- सिलिकस अगर सिलिशिस आणि अल्युमिनस द्रव्याचे पोझो लान बनलेले आहे पण त्या द्रव्यात स्वयं अशी दृढीकरण मूल्ये अगदी थोडी असतात अगर अजिबात नसतात, पण जेव्हा त्याचे बारिक कणात विभाजन होते तेव्हा आर्द्रतेच्या उपस्थितीत तपमान सामान्य असताना कॅल्शियम हायड्रॉक्साईड बरोबर (त्या द्रव्याची) रासायनिकतया प्रतिक्रिया होते आणि त्यामुळे दृढीकरण गुणधर्म असलेले त्याचे संयुग बनतात.

(खालील) पाच पदार्थांपैकी एक अगर अनेक पदार्थामुळे सर्व पोझोलानांत रासायनिक हालचाल होते. (१) सिलिशस आणि अल्यूमिनस, कृत्रिम अगर नैसर्गिक काच (२) ओपल,

(३) प्रतप्त मातीतील खनिजे (४) काही झिओलाइटे; आणि (५) जलयोजित ऑक्सा-इडे, आणि अल्यूमिनमची हायड्रॉक्साइडे. शैल आरेखनाने त्यांचे खालीलप्रमाणे वर्गीकरण करता येते.

(१) (प्यूमिसाइट सह) ज्वालामुखीय रक्षा अगर "टफ". त्यांची रचना ऱ्हायोलिटिक डॅसिटिक अगर अँडेसायटिक असते.

(२) डायटोमेशस मृत्तिका आणि ओपॅलाईन शेल अगर चर्टसारखे सिलिशस अवसादी शैल.

(३) प्रतप्त मृत्तिका अगर शेल.

(४) झोत भट्टीतील धातुमळ, फ्लाय ॲश आणि दळलेल्या विटासारखे कारखान्यातील उपपदार्थ.

क्वचित् आढळा खेरीज, नैसर्गिक पोझोलान वापरापूर्वी दळावे लागते. रूपान्तरित ज्वालामुखीय रक्षा आणि टफ तसेच शेल्स, यांच्यासकट मृण्मय पोझोलानी द्रव्य १२०० आणि १८०० अंश फॅरनाइटच्या दरम्यान त्यांच्यातील मृदाघटक क्रियाशील होण्याकरता प्रतप्त केले पाहिजेत.

पोझोलान वापरण्यात निश्चित फायदे असल्याशिवाय काँक्रीटमध्ये सामान्यतः त्याचा विनिर्देश करण्यात येत नाही. काँक्रीटची सुकार्यता व दर्जा सुधारण्याकरता, काटकसर करण्याकरता अगर सिमेंटमधील विशिष्ठ मिलावे आणि अल्कली यांच्यातील प्रतिक्रियेमुळे होणाऱ्या विघातक विस्तरणापासून संरक्षण होण्याकरता पोझोलानचा वापर करावा. काँक्रीटची सुकार्यता सुधारण्याखेरीज त्यातील उष्णता निर्मिती, औष्णिक आयतन परिवर्तन, निःस्रवण आणि पारगम्यता, पोझोलानांच्या मुळे बहुतेक कमी होतील. काही पोझोलान, विशेषतः प्रतप्त चिकणमाती आणि शेल, यांना पोर्टलंड सिमेंटपेक्षा पाणी जास्त लागते. जेव्हा जादा पाण्याची जरुरी असते तेव्हा विशिष्ट जलसिमेंट गुणोत्तर टिकून राहण्याकरता आणि काँक्रीटमध्ये अभिकल्पित शक्ति मिळण्याची खात्री असावी म्हणून अधिक सिमेंटचीही आवश्यकता असते. जादा सिमेंटमुळे काँक्रीटचा खर्च वाढतो आणि अतिरिक्त पाण्यामुळे शुष्कन संकुचनात वाढ होते व त्याचा परिणाम जादा चिरा पडण्यात होतो. तसेच अन्वेषणाने असे दाखविण्यात आले आहे की पोझोलानचा समावेश असलेल्या काँक्रीटचे काटेकोरपणे मुरवण केले पाहिजे; नाहीतर त्याची गोठण आणि वितळणाला प्रतिकार करण्याची शक्ती कमी होईल.

जेथे प्रतिक्रियाशील मिलावे आणि उच्च अल्कली सिमेंट वापरण्यात येतात तेथे खालील पोझोलानांच्यामुळे अल्कली मिलावा प्रतिक्रियेचे प्रभावीपणे नियंत्रण होते हे ज्ञात आहे.

(१) डायटोमेशस माती आणि ओपॅलाईन चर्टसारखे उच्च ओपॅलाईन द्रव्य

(२) कांही ज्वालामुखी कांचांचे प्रकार

(३) काही प्रतप्त चिकण मातीचे प्रकार

(४) फ्लाय ॲश

येथे उल्लेख केलेली सर्व द्रव्ये अल्कली–मिलावा–प्रतिक्रियेमुळे होणारे वितरण कमी करतात पण यातील फ्लाय ॲश कमीत कमी परिणामकारक असते. तथापि, काँक्रीटमधील अल्कली मिलाव्याच्या विघातक विस्तरणाचे नियंत्रण करण्यात या पोझोलनाचा प्रभाव, जर मिश्रणात कॅल्शियम क्लोराइड घातले तर सामान्यपणे कमी होतो.

पोझोलानांची निवड व वापर करण्यात सावधगिरी बेविली पाहिजे, कारण त्यांचे गुणधर्म व्यापक प्रमाणात बदलतात आणि त्यातील काहींच्यामुळे काँक्रीटमध्ये प्रतिकूल गुणधर्म निर्माण होणे शक्य असते. जसे अतिशय शुष्कन संकुचन, आणि घटित शक्ती आणि टिकाऊ-पणा. शिवाय काही रासायनिक प्रतिक्रियाशील मिलावा सिमेंटच्या मिश्रणात जर ते अपुऱ्या प्रमाणांत वापरले तर अशा काही पोझोलानमुळे चुन्यातील विस्तरणात वाढ होते असे माहित आहे. विशिष्ठ कामाकरता पोझोलानची निवड करण्यापूर्वी वापरण्यात यावयाच्या सिमेंट व मिलाव्याच्या जोडीने पोझोलानची चाचणी घेणे इष्ट असते. त्यामुळे काँक्रीटचा दर्जा व काटकसरीच्या संबंधात पोझोलानचे फायदे व तोटे अचूकपणे निश्चित करता येतात.

१८ मिलाव्याचा दर्जा व प्रतवारी– काँक्रीटमधील मिलावे सामान्यत: नैसर्गिक वाळू व कंकर, फोडलेली खडी अगर ह्या द्रव्यांच्या मिश्रणाचे बनलेले असतात. नैसर्गिक रेती व कंकर ही जवळजवळ सर्वात सामान्य द्रव्ये आहेत व जेथे त्यांचा दर्जा समाधानकारक असतो आणि पुरेशा प्रमाणात स्वस्तात ती मिळू शकतात तेथे ती वापरण्यात येतात. भरड मिलाव्याकरता फोडलेली खडी विस्तृत प्रमाणात वापरण्यात येते. आणि जेव्हा नैसर्गिक साठ्यातून योग्य द्रव्य स्वस्तात मिळत नाही तेव्हा कधी कधी वाळू म्हणूनही अशी खडी वापरण्यात येते. अर्थात धारदार कोपरेदार असे फोडलेले खडे वापरुन सुकर काँक्रीट तयार करण्याच्यावेळी चांगली गोलाकार वाळू आणि कंकरापासून बनणाऱ्या काँक्रीटपेक्षा, अधिक काळजी घ्यावी लागते आणि जास्त सिमेंट घालावे लागते. तथापि फोडलेल्या मिलाव्याचे सुकर काँक्रीट तयार करण्यात येणारी अडचण धारित वायूमुळे मिळणारी जादा सुकार्यता प्राप्त करुन बऱ्याच प्रमाणात कमी करण्यात आली आहे. फोडलेल्या खडीचा आकार खडकाचा प्रकार आणि तो फोडण्याच्या पद्धतीवर बराचसा अवलंबून असतो.

काही ठिकाणी सामान्यपणे वापरण्यात येणाऱ्या मिलाव्यात मुख्यत: फोडलेला झोत–भट्टी-तील वायुशीतनित काचमळ आणि विशिष्ठ तऱ्हेने भाजलेली माती असते. झोतभटीच्या सानिध्यातच फक्त काचमळ उपलब्ध असतो. भट्टीत माती काचित करून आणि फुलवून तयार केलेला हलक्या वजनाचा मिलावा ब्युरोने, मुख्यत: विसंवाहन, अग्निरोधन आणि हलक्या तक्तपोशी आणि छपराच्याकरता वापरला आहे. (हलक्या मिलाव्यावरील अधिक चर्चेकरता अनुच्छेद १४३ पहा.)

अयोग्य मिलाव्याचा वापर केल्यामुळे काँक्रीटचे अकाली विघटन झाल्याची अनेक उदा-हरणे आढळून आली आहेत. उपयुक्त मिलावा अवश्यमेव स्वच्छ आवरणरहित बळकट टिकाऊ द्रव्याच्या योग्य आकार असलेल्या कणांचा बनलेला असतो. काँक्रीटमध्ये तो समाविष्ट

केल्यावर, चिराळणे, फुगणे, नरम होणे, अपक्षालन अगर रासायनिक रूपांतर यांच्यासारख्या रासायनिक अगर भौतिक परिवर्तनाला तो समाधानकारकपणे प्रतिरोध करू शकला पाहिजे आणि मिलाव्यात, कॉंक्रीटची खराबी होण्यास अगर ते कुरूप दिसण्यास कारणीभूत होतील असे दूषित करणारे पदार्थ असता कामा नयेत. भौतिक अगर रासायनिक परिवर्ततनामुळे अगर हानिकारक दूषितपणामुळे कमकुवतपणा आणण्यास कारणीभूत होणारे पदार्थ पुढील उपपरिच्छेदांत नमूद केले आहेत आणि दुसऱ्या प्रकरणात त्यांची तपशीलवार चर्चा केली आहे.

काटकसरीकरता, कॉंक्रीटमधील मिलाव्याची निवड स्थानीय साठ्यापुरतीच सामान्यतः मर्यादित असते. अशी निवड करण्यास लागणाऱ्या सारासार विचारशक्तीत मिलाव्याचा दर्जा ठरविणाऱ्या इष्ट आणि अनिष्ट गुणधर्मांचा, आणि उपयुक्त प्रक्रिया करून उपलब्ध द्रव्यात सुधारणा करण्याच्या व्यावहारिकतेचा समावेश असतो.

(अ) दूषित करणारे पदार्थ – गाळमाती, चिकणमाती, अभ्रक, कोळसा, ह्यूमस, ढलप्या आणि इतर सेंद्रिय द्रव्ये, रासायनिक लवणे आणि पृष्ठभागावरील आवरणे व पापुद्रे यांच्यामुळे सामान्यतः मिलावा दूषित होतो. कॉंक्रीटमधील अशा दूषित करणाऱ्या पदार्थांचा कमकुवतपणा आणण्यावर, शक्तीचा ऱ्हास करण्यावर, टिकाऊपणावर, विरूप दिसण्यावर, असा विविधप्रकारे परिणाम होतो व त्यांच्या अस्तित्वामुळे प्रक्रिया आणि मिश्रणाच्या क्रियेत गुंतागुंत निर्माण होते. त्यांच्यामुळे पाण्याच्या गरजेत वाढ होण्याची शक्यता असते आणि भौतिकतया कॉंक्रीट कमकूवत होते अगर अपक्षय होऊन कॉंक्रीटमध्ये खराबी होऊ शकते; तसेच जलयोजित सिमेंट आणि मिलाव्यातील कमाल बंधाचा विकास होण्यास त्यामुळे खीळ पडते, अगर सिमेंटच्या सामान्य जलयोजनात अडथळा येतो, अथवा सिमेंटमधील घटकांशी त्यांची रासायनिक प्रतिक्रिया घडू शकते. अशा एका अगर अधिक पदार्थामुळे बराचसा मिलावा दूषित होतो पण त्याच्या अनुज्ञेय राशी अनेक घटकांवर अवलंबून असतात व हे घटक प्रत्येक उदाहरणात भिन्नभिन्न असतात. त्यांची अनुज्ञेय वजनी टक्केवारी सामान्यपणे विनिर्देशनाने अनुबंधित केली जाते. सुदैवाने असे जास्तीचे दूषित पदार्थ अनेकदा सोप्या उपायांनी काढून टाकता येतात. गाळमाती, चिकणमाती, पिष्टमय आवरणे, रासायनिक विलेप लवणे, आणि काही हलकीफुलकी द्रव्यें सामान्यपणे धुवून काढून टाकता येतात. चिकणमातीच्या गाळासारखे कमी अनुनेय असणारे अन्य पदार्थ काढून टाकण्याकरता विशेष प्रकारच्या व अधिक गुंतागुंतीच्या प्रक्रिया कराव्या लागतात कारण काटकसरीच्या दृष्टीने व्यवहार्य असलेल्या पद्धतीने ते दूर करणे शक्य होत नाही. झाडांची मुळे आणि पाला–पाचोळ्यासारख्या विनाशकारी पदार्थासंबंधी अनुच्छेद ७० मध्ये चर्चा केली आहे.

(आ) निकोपता – पुरेसा बळकट असलेल्या आणि तुकडे न पडता व विघटन होऊ न देता अपघर्षणीय घटकांना प्रतिरोध करु शकणाऱ्या मिलाव्याला तो भौतिकतया निकोप आहे असे मानण्यात येते. भौतिकतया कमकुवत, अत्यंत शोषणक्षम, संपृक्त झाले असताना सहजपणे चिराळणाऱ्या अगर फुगणाऱ्या खनिजांचा अगर अश्मकणांचा नैसर्गिक अपघर्षण–

प्रक्रिया झाल्यास भंग होऊ शकतो. काँक्रीटमध्ये जर अशी द्रव्ये वापरली तर त्याची शक्ति क्षीण होते अगर त्यामुळे मिलावा आणि सिमेंटमधील बंध कमकुवत होतो अथवा त्यात चिराळण्याची, खपल्या अगर पोपडे पडण्याची क्रिया निर्माण होते, आणि काँक्रीटची अकाली खराबी होण्यास अशी द्रव्ये कारणीभूत होतात. शेल, ठिसूळ वालुकाश्म, काही अभ्रकयुक्त खडक, चिकणमातीयुक्त खडक, काही अतिशय भरड दाणेदार खडक आणि नानाप्रकारचे चर्टस् ही भौतिकतया कमकुवत असलेल्या मिलाव्यातील द्रव्यांची उदाहरणे आहेत; ही द्रव्ये जात्याच कमताकत असू शकतात अगर संपृक्त होऊन, आळीपाळीने ओली सुकी होऊन, गोठून जाऊन, तपमान परिवर्तनामुळे अगर विदरण प्रतले अगर छिद्रात स्फटिक निर्माण झाल्यामुळे त्यांच्यात विघातक बले विकसित होऊन द्रव्यांची हानी होते.

मिलाव्यातील भौतिक निकोपतेस बाधा आणणाऱ्या गुणधर्मांपैकी सर्वात महत्वाचे गुणधर्म (मिलाव्याचा) आकार, विपुलता, कणांच्यामधील पोकळ्यांची अगर नालिपथाची अवि–च्छिन्नता, हे असतात. या छिद्रांच्या वैशिष्ट्याचा, गोठण आणि वितळणाचा टिकाऊपणा, शक्ति, लवचिकता, घर्षण प्रतिरोधकता, विशिष्ट गुरुत्व, सिमेंटशी बंध आणि रासायनिक परिवर्तनाचा वेग, यांच्यावर परिणाम होतो. अत्यल्प आकाराच्या आंतरिक नालिपथांचे वैपुल्य असणाऱ्या (विशेषतः ०.००४ मिमि. व्यासापेक्षा कमी व्यासाच्या) मिलाव्यातील कण काँक्रीटच्या गोठण आणि वितळण कालावधीत घट होण्यास कारणीभूत होतात. असे कण पाण्याचे सहज शोषण करतात आणि काँक्रीटने बंदिस्त असलेल्या स्थितीत बऱ्याच उच्च मात्रेत संपृक्त होण्याची त्यांची प्रवृत्ती असते; परिणामतः प्रगामी गोठण होत असताना, काँक्रीटच्या भागाची, उच्च आंतरिक जलस्थैतिक दाबामुळे खराबी होण्यापूर्वी गोठण विभा–गातून अतिरिक्त पाण्याचा निचरा करणे शक्य होत नाही.

मिलाव्याची रासायनिक निकोपताही महत्वाची असते. अनेक उदाहरणांत अतिशय विस्तरणामुळे होणारी काँक्रीटची खराबी आणि प्रतिक्रियाशील मिलावा आणि सिमेंटमधील लवणामधील रासायनिक प्रतिक्रिया यांचा संबंध असल्याचे मानण्यात येते. सिलिका खनिजे, ओपल, चॅल्सेडोनी, ट्रायडायमाइट, आणि क्रिस्टोबॅलाइट, झिओलाइट, ह्यूलँडाइट आणि संभाव्यतः प्टिलोलाइट, काचमय क्रिप्टोक्रिस्टलाईन ऱ्हायोलाइट, डॅसाइट आणि अँडेसाइट, तसेच त्यांचे टफ; आणि काही विशिष्ट फायलाइट हे माहित असलेले प्रतिक्रियाशील पदार्थ आहेत. प्रतिक्रियाशील पदार्थांचा बराच भाग असलेला कोणताही खडक हानिकारक प्रति–क्रियाशील पदार्थ असेल; जसे जरी शुद्ध चुनादगड आणि डॉलोमाइट हानिकारक प्रति–क्रियाशील पदार्थ नसतात, तरी ओपल आणि चॅल्सेडोनी असलेल्या चुनादगडांचा अल्कली मिलाव्यांच्या प्रतिक्रियाशीलतेमुळे होणाऱ्या काँक्रीटच्या विनाशासी संबंध असतो. तसेच सामान्यपणे अनुपद्रवी असणारे वालुकाश्म, शेल, ग्रॅनाइट, बेसाल्ट व इतर खडक जर त्यांचे ओपल, चॅल्सेडोनी अगर अन्य प्रतिक्रियाशील पदार्थांनी रंध्रपूरण झाले अगर ते अच्छादित झाले तर ते विनाशकारक असे प्रतिक्रियाशील बनू शकतात.

ऑक्सिकरण, द्रावण अगर जलयोजनासारख्या अन्य प्रकारच्या रासायनिक बदलामुळे

संवेदनाशील मिलाव्यातील कणांच्या, ते कॉंक्रीटमध्ये घातल्यानंतर, भौतिक निकोपतेत घट होते, अगर कॉंक्रीटमध्ये वेढब पाझर निर्माण होतात अगर त्यावर डाग पडतात.

(इ) अपघर्षणाविरुद्ध शक्ति आणि प्रतिरोध — मिलाव्यात, संयोजी आधार द्रव्यांतील पूर्ण शक्तीचा विकास होण्याकरता, पुरेशी शक्ति असावी आणि तशी ती सामान्य-पणे असतेही. जेव्हा घर्षण प्रतिरोध महत्वाचा असतो तेव्हा मिलाव्यातील कण कठीण आणि बळकट असावेत. गारगोटी, क्वार्टझाइट आणि अनेक सघन ज्वालामुखी आणि सिलिशस खडक घर्षण प्रतिरोधक कॉंकीट तयार करण्यास उत्तम प्रकारे उपयोगी पडतात.

(ई) आयतन परिवर्तन -- आर्द्रण आणि शुष्कनामुळे मिलाव्याचे होणारे आयतन परिवर्तन हा कॉंक्रीटची खराबी होण्याचा सामान्य घटक आहे. शेल, चिकणमाती आणि काही खडकाळ गोटे हे पाण्याच्या शोषणामुळे विस्तरण होणाऱ्या आणि कोरडे होताच संकोच पावणाऱ्या द्रव्यांची उदाहरणे आहेत. भिन्नभिन्न खनिजांच्या औष्णिक गुणांकांत फार तफावत असते. (पहा विभाग ८.) आणि जेव्हा मिलाव्यातील कणांच्या आयतनामधील बदल, जो तपमानातील फरकामुळे होतो तो सिमेंटगंधाच्या आयतनातील बदलापेक्षा बरा-चसा भिन्न असेल अगर जेव्हा मिलाव्याच्या कणातील विस्तरण गुणांकात फार फरक असेल तेव्हा हानिकारक आंतरिक प्रतिबलेसुद्धा विकसित होतात असे सुचविण्यात आले आहे. ह्या कारणामुळे चिरा अगर पापुद्रे पडण्याची उदाहरणे घडतात असे मानले जाते. तथापि मिलावे सामान्यतः विभिन्न वस्तू असतात आणि जरी अशा फरकामुळे सैद्धांतिकरित्या हानी होणे शक्य असले तरी अशा हानीचा पुरावा क्वचित मिळतो आणि तो संशयास्पद असतो.

द्रव्याच्या आयतनात औष्णिक परिवर्तन ज्या वेगाने होते त्या वेगास त्या द्रव्याचा औष्णिक विस्तरण गुणांक म्हणतात. व्यक्तिगत खडकांच्या नमुन्यांच्या विस्तरण गुणांकात फार तफावत असते. (चुना दगडात हे विस्तरण २ पासून ६.५ दशलक्षांशापर्यंत असते.) तथापि कॉंक्रीटच्या मिलाव्यात सरसकट आढळणाऱ्या काही सामान्य खडकांचे सरासरी गुणांक खाली दिले आहेत.

खडक	विस्तरण गुणांक
बॅसाल्ट आणि ग्रॅब्रॉस	३.०
संगमरवरी दगड	३.९
चुना दगड	४.४
ग्रॅनाईट आणि ऱ्होयोलाइट	४.४
वालुकाश्म	५.६
स्फटिकाश्म	६.१

काही स्फटिकीय खडक विषमदिक असतात; याचाच अर्थ हा की, त्यातील भिन्नभिन्न स्फटिकाक्षांच्या बाजूने निरनिराळे गुणांक असतात. उदाहणार्थ फेल्डस्पारच्या एका अक्षावर हा गुणांक ०.५ दशलक्षांश असतो तर अन्य अक्षांवर तो ९ दशलक्षांक असतो. कॉंक्रीटमधील एकूण घनराशीतील ७० ते ८० टक्क्यापेक्षाही जास्त राशी मिलाव्याची असते आणि जेव्हा

निरनिराळ्या घटकांच्या गुणांकाची भारित सरासरीची नेहमीची पद्धत वापरण्यात येते तेव्हा हा काँक्रीटमधील मिलावाच अनिवार्यत: काँक्रीटच्या विस्तरण गुणांकावर नियंत्रण ठेवतो नाल्यातील नैसर्गिक कंकर सामान्यत: विजातीय मिश्रण असल्याने अशा मिलाव्यापासून तयार केलेल्या काँक्रीटचा सरासरी गुणांक सुमारे ५.५ दशलक्षांश असतो. खनिज मिलाव्यांचा औष्णिक विस्तरण गुणांक २ दशलक्षांशापासून ७ दशलक्षांशापर्यंत असतो. सिमेंट आणि वाळू-मध्ये पुष्कळ वेळा काहीसे जास्त सरासरी विस्तरण होत असल्याचे दिसून येते. म्हणून भरड मिलावा नसलेल्या चुन्यांचे स्वतंत्र अंदाज करण्यात येतात. (पहा विभाग ८)

जळत्या इमारतीत सामान्यपणे आढळणाऱ्या १०६३° F तपमानाच्यावेळी गारेच्या. अवस्थेत बदल होतो व तिचे एकाएकी ०.८५ टक्क्यांनी विस्तरण होते आणि सामान्यपणे ज्या काँक्रीटमध्ये ती वापरलेली असते त्यावर त्याचे विदारक परिणाम होतात.०.८५ टक्क्याचा हा आकस्मिक फरक ८५०० दशलक्षांश रेखीय फरक दाखवितो आणि तो तपमानातील शेकडो अंश फरकाच्या बरोबर असतो. जेव्हा काँक्रीटचे विस्तरण होते तेव्हा त्याबरोबरच मिलावे आणि सिमेंट यांच्यामधील लवणांच्यामध्ये रासायनिक प्रतिक्रिया होते. यासंबंधी चर्चा या विभागात पूर्वी करण्यात आली आहे.

(उ) कणांचा आकार – मिलाव्यातील चपटया अगर लांबुडक्या कणांविरुद्ध प्रधान आक्षेप हा आहे की काँक्रीटच्या सुकार्यतेवर त्यांचा हानीकारक परिणाम होतो आणि त्यामुळे जास्त वाळू असलेल्या मिश्रणाची जरुरी पडते आणि त्याचा परिणाम जास्त सिमेंट आणि पाणी वापरण्यात होतो. जास्त मोठ्या आकाराच्या सपाट अगर लांबुडक्या कपच्या मध्यम प्रमाणात असल्यास काँक्रीटच्या सुकार्यतेवर अगर खर्चावर फारसा महत्वाचा परिणाम होत नाही.

(ऊ) विशिष्ट गुरुत्व – जेव्हा अभिकल्पनेच्या अगर संरचनेच्या संबंधात काँक्रीटचे वजन किमान अगर कमाल असण्याची आवश्यकता असते तेव्हा अशा उदाहरणातच फक्त मिलाव्याच्या विशिष्ट गुरुत्वाला प्रत्यक्ष महत्व असते. जेव्हा काँक्रीट हलके असणे इष्ट असते तेव्हा कमी एकक वजन असलेला मिलावा कृत्रिमपणे तयार करून नैसर्गिक दगडाऐवजी अनेक वेळा वापरण्यात येतो. मिलावा उपयुक्त आहे अगर कसे हे समजण्याचे विशिष्ट गुरुत्व हा एक उपयुक्त आणि शीघ्र निदर्शक आहे. जर विशिष्ट गुरुत्व कमी असेल तर त्यावरून द्रव्य सच्छिद्र कमताकत आणि शोषक असल्याचे आणि उच्च विशिष्ट गुरुत्वावरून ते उत्तम दर्जाचे असल्याचे अनेक वेळा दृष्टोत्पत्तीस येते. पण अन्य साधनांनी खात्री करून घेतली नाही तर अशी निदर्शने विश्वासार्ह नसतात.

(ए) प्रतवारी – मिलाव्यातील कणांच्या आकाराचे वितरण मानक चाळण्यांतून हे कण अलग करून निश्चित करण्यात येते व त्याला प्रतवारी करणे म्हणतात. चाळण्यावरून पडद्यातून व यंत्राने केलेली विश्लेषणे मिलाव्याच्या प्रतवारीच्या संबंधात वापरण्यात येणाऱ्या एकाच अर्थाच्या संज्ञा आहेत. एकसूत्रीपणा असावा म्हणून " चाळण " ही संज्ञा या नियम-पुस्तिकेत सामान्य उपयोगाकरता वापरली आहे. ब्यूरोच्या कामावर हल्ली ४, ८, १६, ३०

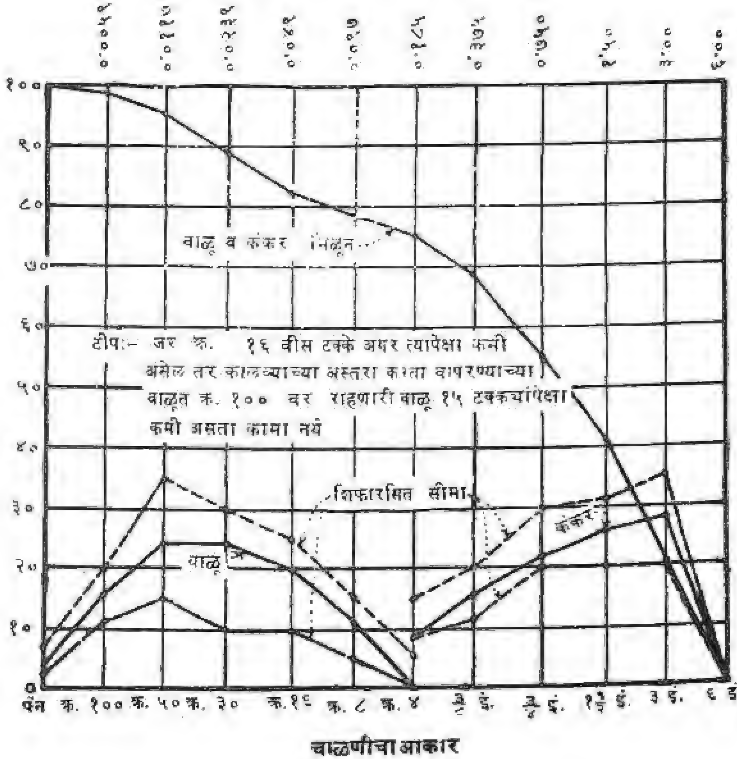
५० आणि १०० या अंकांनी निर्दिष्ट केलेल्या युनायटेड स्टेट्सच्या मानक चाळण्यावर शिल्लक राहिलेल्या व्यक्तिगत टक्केवारीच्या प्रमाणांत वाळूची प्रतवारी अभिव्यक्त केली जाते. विनिर्देशनात दिल्याप्रमाणे भोके असलेल्या अगर कामावरील खास गरजाप्रमाणे (तयार केलेल्या) चाळण्यांच्या सहाय्याने भरड मिलाव्याची प्रतवारी निश्चित केली जाते; त्याचे विवरण पुढे केले आहे.

वापरावयाच्या वाळू आणि एकूण भरड मिलाव्याच्या टक्केवारीवरून (जी टक्केवारी द्रव्याच्या कमाल आकार, गुणधर्म, आणि प्रतवारीवर अवलंबून असते) मिलाव्याच्या एकत्रित प्रतवारीचे संगणन करता येते. मिलाव्यातील कणांचे आकार वितरण दिग्दर्शित करण्याकरता प्रतवारीचा तक्ता उपयोगी पडतो. असा तक्ता आ. २४ मध्ये दिला आहे व त्यावरून वाळू, कंकर, आणि एकत्रित वाळू आणि कंकराच्या प्रतवारी–वक्रांचे दिग्दर्शन होते. वाळूचा सारणीत दाखविलेला सूक्ष्मता गुणांक, (F. M.) द्रव्याच्या भरडपणाचा अगर सूक्ष्मतेचा द्योतक असतो पण त्यावरून प्रतवारीची कल्पना येत नाही. (परिशिष्ट, निदर्शक ४ पहा)

६ व्या व ७ व्या सारण्यांतील चाचण्यांच्या निष्कर्षावरून असे दिसते की जर जलसिमेंट गुणोत्तर आणि अवपातात बदल होऊ दिला नाही तर वाळूच्या प्रतवारीच्या शेवटच्या टोकाला पोहोचणाऱ्या मर्यादेतही चुन्याच्या आणि काँक्रीटच्या नमुन्यांतील संपीडक शक्तीवर महत्वपूर्ण परिणाम होत नाही. तथापि वर उल्लेखिलेल्या परिस्थितीत वाळूच्या प्रतवारीतील फरकामुळे वाळूच्या सुक्ष्मता गुणांकाच्या उलट प्रमाणात सिमेंटच्या अंशात फरक होतात. जरी काँक्रीटकरता सिमेंटच्या अंशावर तुलनेने कमी परिणाम होत असला (आ. २५ पहा) तरी काँक्रीटच्या सुकार्यतेवर व सफाईदारपणावर लक्षात येण्याजोगा परिणाम होतो. वाळूची टक्केवारी स्थिर राखण्यामुळे सुकार्यतेवरील परिणाम काहीसा तीव्र होतो.

अनुभवावरून असे दिसून आले आहे की अतिसूक्ष्म अगर अतिभरड वाळू, अगर कोणत्याही आकार–प्रभाजनात फार त्रुटी अगर अतिरिक्तता असलेला भरड मिलावा वापरणे इष्ट नसते. तथापि तुटक अगर अश्रेणिबद्ध प्रतवारीचा मिलावा काहीही दृश्य तोटे न होता कधीकधी वापरण्यात आला आहे. मिलाव्याच्या प्रतवारीचे महत्व प्रामुख्याने त्याच्या जलसिमेंट गुणोत्तर आणि गंध–मिलावा गुणोत्तर यांच्यावर होणाऱ्या परिणामामुळे असते, कारण त्यामुळे काँक्रीटच्या काटकसरीवर आणि ते जागेवर टाकण्याच्या क्षमतेवर परिणाम होतो. व्यावहारिकदृष्ट्या शक्य असेल तितके ब्यूरोच्या संरचनात नैसर्गिक थरांत आढळणारी प्रतवारी उपयोगात आणावी. अर्थात जर अनुभवाने अगर प्रयोगशाळेतील अन्वेषणावरून असे दिसले की प्रतवारीत सुधारणा करणे फायदेशीर होण्याच्या संभव आहे तर तसे करावे.

चाळणीचा आकार	चाळणीवर राहिलेले %		राहिलेले संयुक्त %	
	व्यक्तिगत	एकत्रित	व्यक्तिगत	एकत्रित
६ इंच	०	०	०	०
३ इंच	२८	२८	२१	२१
१½ इंच	२६	५४	२०	४१
¾ इंच	२२	७६	१६	५७
⅜ इंच	१६	९२	१२	६९
क्र. ४	८	१००	६	७५
क्र. ४	०	०	०	
क्र. ८	१२	१२	३	७८
क्र. १६	२०	३२	५	८३
क्र. ३०	२४	५६	६	८९
क्र. ५०	२४	८०	६	९५
क्र. १००	१६	९६	४	९९
पॅन				
सूक्ष्मता गुणांक	२·७६			
प्रतिशत वाळू (सुस्पष्ट विलगीकरण)	२५			
(चौरस द्वारांच्यावर चाळणीचा आकार आधारित केलेले आहेत)				



आ. २४ – योग्य प्रतवारी केलेल्या नैसर्गिक मिलाव्याचे नमुनेदार आकार वितरण (चाळणीवर) राहिलेली टक्केवारी.

सारणी क्र. ६

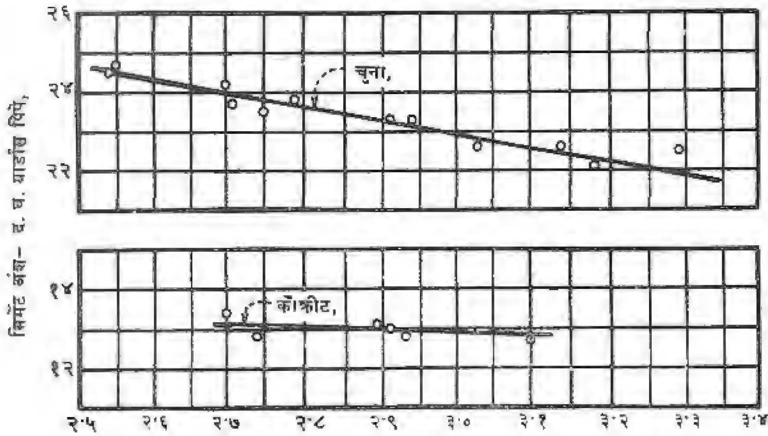
मिश्रण	द. घ. यार्डास[1] सिमेंटचा अंश-पिपांत	२८ दिवसांची[1] एकक संपीडक शक्ति	वाळूचा सूक्ष्मता गुणांक	वाळूची प्रतवारी व्यक्तिगत टक्केवारी कायम ठेवली आहे					
				क्र. ८	क्र. १६	क्र. ३०	क्र. ५०	क्र. १००	पॅन
१	२.२५	५६२०	३.२९	३०	२३	१७	१३	१०	७
२	२.२१	५४६०	३.१८	२१	२३	२६	१८	९	३
३	२.२६	५३५०	३.१४	२४	२०	२१	२१	१२	२
४	२.२६	५३३०	३.०३	२२	२१	२०	१७	१५	५
५	२.३३	५३००	२.९४	१५	२०	२०	१०	११	५
६	२.३३	५३९०	२.९१	२१	२०	१९	१७	१५	८
७	२.३८	५४२०	२.७९	२०	१९	१८	१७	१५	११
८	२.३५	५५१०	२.७५	१२	२०	२४	२४	१५	५
९	२.३७	५२३०	२.७१	६	१६	३६	२९	११	२
१०	२.४२	५१७०	२.७०	१७	११	१५	४२	१२	३
११	२.४७	५२१०	२.५५	४	४	४६	३८	६	२
१२	२.४५	५५७०	२.५४	१७	१७	१७	१७	१६	१६

(१) हुवर येथील ग्रॅंडकूली आणि फियांट धरणावर ०.५६ हे स्थिर जलसिमेंट गुणोत्तर आणि २$\frac{1}{4}$ इंच अवपात असताना वाळूवर केलेल्या चाचण्यांची सरासरी प्रत्येक मूल्य दाखविते, ३ प्रकारच्या वाळूपैकी प्रत्येक वापरून तयार केलेल्या २ इंच x ४ इंच नळकांड्यावरील चाचण्यावरून शक्तीची मूल्ये प्राप्त केली आहेत,

सारणी क्र. ७

(१) मिश्रण	द. घ. यार्डास सिमेंटचा अंश-पिपात	७ दिवसांची एकक संपीडक शक्ति	वाळूचा सूक्ष्मता गुणांक	वाळूची प्रतवारी व्यक्तिगत टक्केवारी कायम ठेविली आहे					
				क्र. ८	क्र. १६	क्र. ३०	क्र. ५०	क्र.१००	पॅन
१	१.२७	२७६०	३.१०	२७	२०	१७	१५	१४	७
२	१.२८	२६९०	२.९३	२१	१६	२२	२२	१४	५
३	१.३०	२८४०	२.९१	२१	२०	१९	१७	१५	८
४	१.३१	२७००	२.८९	१६	१२	३०	३१	९	२
५	१.२८	२८१०	२.७४	१५	१५	२५	२४	१६	५
६	१.३४	२७३०	२.७०	१०	१०	३४	३४	१०	२

१) खालील बाबी सर्व मिश्रणात एकसारख्या होत्या. जलसिमेंट गुणोत्तर= ०.५७; अवपात =४ इंच वाळू = २७ टक्के; भरड मिलाव्याची प्रतवारी= क्र. ४ ते $\frac{3}{8}$ इंचापर्यंत २० टक्के; $\frac{3}{8}$ ते $\frac{3}{4}$ इंचापर्यंत ३० टक्के आणि $\frac{3}{4}$ ते $1\frac{1}{2}$ इंचापर्यंत द्रव्याची ५० टक्के; ६x१२ इंची नळकांड्यावरून शक्तिची मूल्ये प्राप्त केली.



वाळूचा सूक्ष्मता गुणांक,
६ व्या व ७ व्या सारण्यांवरून माहिती घेतली.

आ. २५ – वाळूच्या सूक्ष्मता गुणांकाच्या संबंधात सिमेंटचा अंश. एकच जलसिमेंट गुणोत्तर आणि अवपात असलेल्या चुन्यात जेव्हा कमी सूक्ष्मता गुणांक असलेली वाळू वापरण्यात येते तेव्हा द. घ. यार्डास जास्त सिमेंट लागते.

वाळूच्या कणांचा आकार आणि पृष्ठभागाच्या वैशिष्ट्यावर तिच्या प्रतवारीच्या मान्य मर्यादा काही प्रमाणात अवलंबून असतात. मऊ व गोलाकार कण असलेल्या वाळूमुळे, तीव्र कोरदार व खरबरीत पृष्ठभाग असलेल्या वाळूकरता अनुज्ञेय असलेल्या प्रतवारीपेक्षा जास्त भरड प्रतवारी असतानासुद्धा समाधानकारक परिणाम प्राप्त होतात. निकट संपर्क झाला असताना कोरदार कण एकमेकात अडकून बसतात याची कल्पना करणे फारसे अवघड नाही. तसेच असे कण आणि गुळगुळीत गोलाकार कण यांच्यातील ताज्या कॉंक्रीटमधील हालचालीच्या मुक्तपणाच्या दृष्टीने भिन्नत्वाची सहज कल्पना करता येते. कणाच्या पृष्ठभागाच्या खरबरीतपणामुळे आंतरिक घर्षण वाढते हेही उघड आहे.

नियमित आकाराचे व सरळ असे प्रतवारीचे वक्र असणारी वाळू कमी खर्चात नेहमीच प्राप्त करता येत नाही. तथापि, जर काही विशिष्ट मर्यादात चाळणी–विश्लेषणाचे निष्कर्ष

आणता आले आणि सूक्ष्मता गुणांकातील तफावत योग्य तऱ्हेने रोखून धरता आली तर प्रतवारीच्या दृष्टीने वाळू जवळजवळ बिनचूकपणे संतोषजनक असते. ब्यूरोच्या विनिर्देशनात खालील मर्यादात चाळणी विश्लेषणे राहावी अशी सामान्यतः तरतूद केलेली असते.

चाळणीचा आकार	चाळणीवर उरलेली (कणांची) टक्केवारी
क्र. ४	० ते ५
क्र. ८	५ ते १५
क्र. ३०	१० ते २५[1]
क्र. ५०	१५ ते ३५
क्र. १००	१२ ते २०[2]
पॅन	३ ते ७

१– क्र. १६ च्या चाळणीवर उरलेली व्यक्तिगत (कणांची) टक्केवारी २० टक्के अगर कमी असेल तर क्र. ८ च्या चाळणीवर उरणाऱ्या (कणांच्या) टक्केवारीची कमाल मर्यादा २० टक्क्यापर्यंत वाढवावी.

२– कालव्याच्या कॉंक्रीटमध्ये वापरण्यात येणाऱ्या वाळूमध्ये क्र. ५० च्या चाळणीतून जाणारे आणि क्र. १०० च्या चाळणीवर उरणारे द्रव्य १५ टक्क्यापेक्षा जास्त असता कामा नये.

मोठाल्या कामावर वाळूच्या प्रतवारीवर असे नियंत्रण ठेवणे इष्ट असते की ज्यामुळे साफ केलेल्या वाळूच्या चाचणी–नमुन्यांच्या क्रमवार दहांपैकी किमान नऊंचा सूक्ष्मता गुणांक (परिशिष्ठ निर्देशक ४) जेव्हा हे नमुने दर तासाला घेण्यात येतात तेव्हा १० चाचणी नमुन्यांच्या सरासरी सूक्ष्मता गुणांकाच्या, ०.२० पेक्षा जास्त असणार नाही.

वर्गीकरण करून चाळून आणि पुन्हा एकत्रित करून वाळूच्या प्रतवारीत सुधारणा करणे लहान कामावर काटकसरीचे होत नाही, परंतु भरड मिलाव्यावर अशी प्रक्रिया करणे सहज साध्य होते. ६५ व्या विभागात वाळूच्या प्रतवारीत सुधारणा करण्याच्या पद्धतींचे विवरण केले आहे. भरड मिलाव्याच्या प्रतवारीच्या व्यवहार्य ढोबळ मर्यादा ८ व्या सारणीत दिल्या आहेत.

ब्यूरोच्या विनिर्देशनांत मिलाव्याचा कमाल नाममात्र आकार सामान्यतः ६ इंचा इतका मर्यादित करण्यात येतो. ६ इंचापेक्षा जास्त आकाराचे गोटे वापरण्याने कॉंक्रीटमध्ये सामान्यपणे अगदी अल्प अगर जवळ जवळ काहीही बचत होत नाही अथवा त्याच्या मिश्रणाच्या गुणधर्मात सुधारणा होत नाही. मोठमोठ्या गोट्यामुळे मिश्रकातील अवघर्षण क्रियेत वाढ होते, त्याचे सहज विघटन होते आणि (कॉंक्रीट) जागेवर टाकणे अधीक अवघड होते तथापि काही विशिष्ठ परिस्थितीत मोठ्या गोट्यांचा समावेश करणे फायदेशीर असते क्रियांट धरणावर खाणीतील द्रव्यात ३ ते ६ इंच आकाराची खडी कमी होती म्हणून

६ ते ८ इंच आकारापर्यंत उपलब्ध असलेल्या मोठ्या आकाराच्या गोट्यांचा अंतर्भाव करण्यात आला.

सारणी क्र. ८

निरनिराळ्या काँक्रीटकरता नैसर्गिक भरड मिलाव्यांच्या प्रतवारीच्या अंदाजी मर्यादा,

काँक्रीटमधील कमाल आकाराचा मिलावा इंच	भरड मिलाव्याच्या प्रमाजनांची टक्केवारी (स्वच्छ विलगने)					
	गोटे ३ ते ६ इंच	भरड कंकर १ ते ३ इंच	मध्यम कंकर $\frac{3}{4}$ ते १$\frac{1}{2}$ इंच	सूक्ष्म कंकर		
				$\frac{3}{16}$ (क्र.४) ते $\frac{3}{4}$ इंच	$\frac{3}{8}$ ते $\frac{3}{4}$ इंच	$\frac{3}{16}$ (क्र.४) ते $\frac{3}{8}$ इंच
$\frac{3}{4}$	०	०	०	१००	५५ ते ७३	२७ ते ४५
१$\frac{1}{2}$	०	०	४० ते ५५	४५ ते ६०	३० ते ३५	१५ते२५[1]
३	०	२० ते ४०	२० ते ४०	२५ ते ४०	१५ ते २५	१० ते १५
६	२० ते ३५	२० ते २२	२० ते ३०	२० ते ३५	१२ ते २०	८ ते १५

(१) कालव्याच्या अस्तराच्या काँक्रीटमध्ये एकूण मिलाव्याच्या सुमारे ५ टक्क्याइतकी $\frac{3}{16}$ ते $\frac{3}{8}$ इंच प्रभाजनाची टक्केवारी कमी करण्यात येते. (विभाग १०९ पहा)

जरी भरड मिलाव्याचे $\frac{3}{16}$, $\frac{3}{4}$, १$\frac{1}{2}$ आणि कधीकधी ३ ते ६ इंचा इतके आकार–पृथक्करण ब्यूरोच्या कामावर सामान्यपणे उपयोगात आणले जाते तरी अशी काही उदाहरणे आहेत की जेथे अन्य पृथक्करणे वापरणे फायदेशीर होते. याचे एक ठळक उदाहरण $\frac{3}{16}$ ते $\frac{3}{4}$ इंचात आकार–विभाजन करण्याचे आहे. त्यात $\frac{3}{16}$ ते $\frac{3}{8}$ आणि ३ ते $\frac{3}{4}$ असे दोन प्रभाजक असलेली चारास एक गुणोत्तराची आकार व्याप्ती आहे. या कार्यवाहीमुळे $\frac{3}{16}$ ते $\frac{3}{8}$ इंच द्रव्याची राशि हाताळण्यावर नियंत्रण ठेवता येते आणि हाताळण्याच्या वेळी होणारे विघटन कमी होते. ह्या $\frac{3}{8}$ ते $\frac{3}{16}$ इंची प्रभाजकाचा काँक्रीटच्या सुकार्यतेवर क्रांतिक परिणाम होतो. खाणीतल्या मिलाव्यात पुष्कळवेळा एक अगर अधिक आकारांचे अतिरिक्त द्रव्य असते व समाधानकारक प्रतवारी तयार करण्याकरता त्याचा निरास केला पाहिजे. ही गोष्ट, इष्ट आकारांची प्रासंगिक हानि न होता, आक्षेपार्ह अतिरिक्त आकारांचे सूक्ष्म बंधन होईल अशा तऱ्हेचे आकार–पृथक्करण करुन कधी कधी साध्य करता येते.

१२ इंचापेक्षा कमी जाडीच्या आणि दुहेरी प्रबलीकरण केलेले पडदे असलेल्या बोगद्याच्या अस्तराकरता कधी कधी कमाल १$\frac{1}{2}$ इंच आकार असलेल्या मिलाव्याचे काँक्रीट विनिर्देशित करण्यात येते. १२ इंचापेक्षा जास्त जाडीच्या आणि प्रबलीकरणाची एक रांग असलेल्या

बोगद्याच्या अस्तराकरता, काटभिंतीकरता, बांधकामात २½ इंच कमाल आकाराचा मिलावा वापरून अनेक वेळा संरचना करता येतात व यामुळे सिमेंटमध्ये बचत करता येते. निवडलेल्या आणि वापरात आणलेल्या मिलाव्याचा प्रत्यक्ष कमाल आकार, किती माल लागणार, छेदाची जाडी किती आहे, आणि पोलादी प्रबलीकरण शिगा किती लागणार आणि त्यातील अंतर काय असेल, यावर अवलंबून असतो. या क्रियापद्धतीत इतर आकार–प्रभाजकांच्या तत्सम समायोजनाची जरुरी लागण्याची शक्यता असते. ३/८, ३/४, १½, आणि २½ अशा आकारात पृथक्करण केलेला भरड मिलावा असलेले काँक्रीट ८ इंची नळीतून सहज पंप करता येते. २½ इंचापेक्षा जास्त आकाराच्या मिलाव्यामुळे पंप करताना अडचण येण्याची शक्यता असते.

वाजवी खर्चात मिलाव्याची आदर्श चाळणी जागेवर करणे शक्य नसल्याने प्रत्येक विशिष्ठ आकाराच्या मालात त्यापेक्षा कमी आकाराच्या काही मालाचा समावेश असतो. जास्त आकाराचा मालही अनेक वेळा त्यात असतो कारण चाळण्या झिजून जातात अगर त्यातील प्रभावी छिद्रे विनिर्देशित आकारापेक्षा काहीशा मोठ्या आकाराची असतात. कमी आका–राच्या द्रव्याची राशी, माल हाताळत असताना होणारी फुटतुट आणि संघर्षणामुळे, वाढते तथापि अशा कमी आणि जास्त आकाराच्या द्रव्याचा बराचसा भाग मिलाव्यातील प्रभाज–काच्या विनिर्देशित मर्यादेपेक्षा अनुक्रमे अगदी थोडासा लहान अगर मोठा असतो आणि हे भाग त्रासदायक असत नाही. मिलाव्यातील प्रभाजकाच्या विनिर्देशित किमान ५/६ आका–राची छिद्रे असलेल्या चाचणीच्या चाळणीतून जे द्रव्य निघून जाते त्या तुलनेने बारिक असलेल्या द्रव्यास, कमी आकाराचा महत्वपूर्ण अगर आक्षेपार्ह भाग मानावा.

चाळणाची परिणामकारकता, फूटतूट व वियोजनाचे नियंत्रण करण्याकरता आणि त्यामुळे काँक्रीटमधील एकसारखेपणात सुधारणा करण्याकरता ब्यूरोने खालील विनिर्देश आवश्यक ठरविला आहे. भरड मिलावा अशा तऱ्हेने रहावा व हाताळावा की प्रमाण नियंत्रित केलेल्या मिलाव्यात, द्रव्याच्या सामान्य आकाराच्या ७/६ आकाराची छिद्रे असलेल्या चाळणीवर चाचणी केली असताना कमी आकाराच्या महत्वपूर्ण कणाची वजनाने काढलेली टक्केवारी विनिर्देशित मर्यादित असली पाहिजे. कामावरील परिस्थिती प्रमाणे ही अनुज्ञेय टक्केवारी काहीशी बदलते. प्रमाण–नियंत्रक यंत्रणेत जेव्हा अंतिम चाळणी करण्यात येते तेव्हा प्रत्येक आकार प्रभाजकातील कमी आकाराचे द्रव्य २ टक्क्यपर्यंत रोखून धरणे व्यवहार्य असते. महत्वपूर्ण असे जास्त आकाराचे द्रव्य राहू देण्यात येत नाही, म्हणजेच द्रव्याच्या नाममात्र आकाराच्या अंदाजी ७/६ आकाराची छिद्रे असलेल्या निर्देशित चाचणी-चाळण्यावर ते द्रव्य राहणार नाही. भरड मिलाव्यातील कमी आणि जास्त महत्वाचे आकार निश्चित करण्याकरता लागणारे चळणीतील छिद्रांचे आकार ९ व्या सारणीत दाखविले आहेत. नाममात्र पृथक्करण बिंदूत सामान्यपणे वापरण्यात येणाऱ्या आकाराचा समावेश असतो.

"सूक्ष्म कंकरातील" कमी आकाराचे द्रव्य सामान्यतः चाळणी क्र. ८ वर उरणाऱ्या

द्रव्याने बऱ्याच प्रमाणात बनलेले असते. काँक्रीटच्या वर्गीकरणातील कमी आकाराच्या क्र. ८ च्या द्रव्याची आणि वाटाण्याच्या आकाराच्या कंकराची आक्षेपार्ह राशी अप्रभावी प्रतिक्रियेमुळे निर्माण होत असून सामान्यत: सर्व आकाराचा भरड मिलावा हाताळताना आणि त्याचे ढीग करताना होणाऱ्या फुटतुटीमुळे आणि वियोजनामुळे होते. मिश्रणात सतत बदल करून निरनिराळ्या आकाराच्या वाटाण्यासारख्या कंकराच्या अंशातील अतिशय प्रमाणात होणाऱ्या अरुंदारतेची संतोषजनक भरपाई करणे अवघड असते. अशा तऱ्हेची अनियमित प्रतवारी होण्याचे मान कमी करण्याचा उघड आणि व्यवहार्य मार्ग, हाताळण्याच्या पद्धतीत सुधारणा करणे, $\frac{३}{८}$ इंच चाळणी वापरुन सूक्ष्म कंकराचे दोन प्रभाजक करणे, अगर भरड मिलावा जसजसा वापरात येईल तसतसे त्याची प्रमाण–नियंत्रकाजवळ अंतिम चाळणी करणे, हा आहे.

सारणी क्र. ९ – भरड मिलाव्याकरता वापरण्यात येणाऱ्या चाचणी–चाळण्यातील चौकोनी छिद्रांचा इंचांत आकार.

नामभात्र (१) पृथक्करण बिंदू		$\frac{३}{१६}$	$\frac{३}{८}$	$\frac{१}{२}$	$\frac{३}{४}$	१	१ $\frac{१}{४}$	१ $\frac{१}{२}$	२	२ $\frac{१}{२}$	३	६
कमी आकाराकरता चाचणी–चाळण्या	(२) क्र. ४	$\frac{५}{१६}$	०.४२०	$\frac{५}{८}$	०.८३८	१	१ $\frac{१}{८}$	१ $\frac{३}{४}$	२	२ $\frac{१}{२}$	...	
जास्त आकाराकरता चाचणी–चाळण्या		$\frac{७}{१६}$	$\frac{५}{८}$	$\frac{७}{८}$	१ $\frac{१}{८}$	१ $\frac{१}{२}$	१ $\frac{३}{४}$	२ $\frac{१}{२}$	३	३ $\frac{१}{२}$	७	

(१) अन्य नामभात्र पृथक्करण बिंदूंच्या करता चाचणी–चाळण्यातील छिद्रांत कमाल आणि किमान नामभात्र आकाराशी असणाऱ्या अनुक्रमे $\frac{७}{६}$ व $\frac{५}{६}$ संबंधा इतका संबंध असतो.

(२) यू. एस. मानक चाळणी

कणांतील संभाव्य अडथळ्यामुळे होणाऱ्या वाटाणा कंकराच्या अंशात झालेल्या आकस्मिक वाढीमुळे मिलाव्याच्या कणांमधील पोकळ्यात वाढ होते म्हणून मिश्रणात फरक करून जर तिच्यात सुधारणा केली नाही तर सुकार्यतेत गंभीर प्रमाणात घट होते. कारण अतिशय प्रमाणात असणाऱ्या पोकळ्यांच्या जागा भरण्यास चुना अपुरा पडतो. चुन्याच्या अंशात वाढ करून केलेल्या मिश्रणातील समायोजनामुळे सुकार्यतेतील हानी जरी भरून काढता आली तरी अशा अभ्युपायांत सिमेंट आणि पाणी प्रमाणापेक्षा फार फार घालावे लागते आणि जेव्हा वाटाणा कंकराचा अंश योग्य प्रमाणात सारखा ठेवणे अव्यवहार्य होते तेव्हा त्या विरळ प्रसंगीच अशा अभ्युपायांची जरुरी असते.

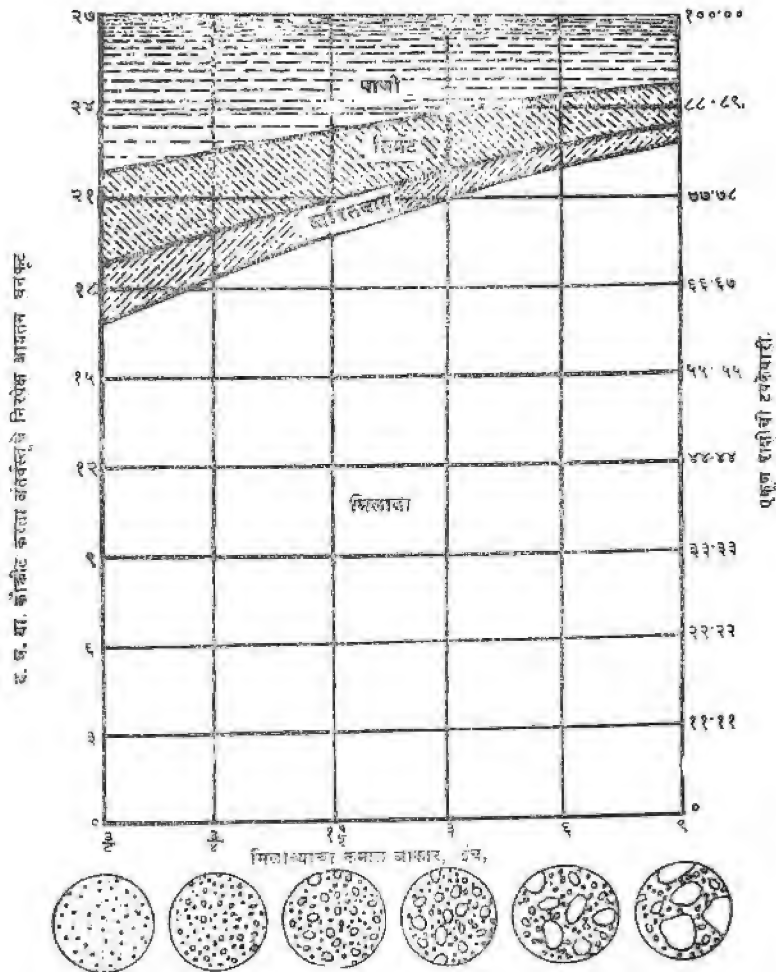
सामान्यपणे कंकराच्या फोडलेल्या मिलाव्यात त्यातील कणांच्या धारदार कोरदार आकाराची भरपाई व्हावी म्हणून, फोडलेले द्रव्य न वापरता केलेल्या मिश्रणातल्यासारखी

सुकार्यता यावी म्हणून तुलनेने जास्त वाळू घालावी लागते. अँगोस्तुरा धरणातील बऱ्याचशा काँक्रीटमध्ये ६ इंच कमाल आकाराच्या चुनादगडाच्या मिलाव्याबरोबर २७ प्रतिशत् नैसर्गिक वाळू वापरण्यात आली पण हंग्री हॉर्स आणि कॅनिऑन फेरी धरणात जेथे नैसर्गिक कंकर वापरला होता तेथे फक्त २२ टक्केच वाळू लागली.

जास्तीत जास्त कमाल आकाराचा प्रमाणित श्रेणीबद्ध मिलावा असलेले काँक्रीट वापरण्याने होणाऱ्या फायद्याच्या महत्वपूर्ण प्रमाणाचे चित्रण आ. २६ व २७ वरुन दिसून येते आणि पाणी व सिमेंट यांच्या प्रमाणात मिलाव्याच्या कमाल आकारात वाढ केल्यामुळे होणारी घटही त्या आकृत्यावरुन दिग्दर्शित होते. शुष्कन संकुचन कमी करण्यात ही बाब प्रधान घटक असते व हे आ. १७ त दाखविले आहे. ३ इंचापेक्षा लहान आकाराच्या व्यापकतेच्या मिलाव्याचा कमाल आकार जसजसा वाढविला जातो तसतसे शक्य असेल तेथे सिमेंटचा अंश कमी करण्याने अशा काँक्रीटमध्ये होणारी बरीचशी काटकसर आ. २७ वरुन स्पष्टपणे दिसून येते. जास्त कमाल आकारांचा मिलावा वापरुन होणारी सिमेंटची घट फारशी उल्लेखनी नसते.

मोठ्या आकाराचा मिलावा वापरुन पाणी आणि सिमेंट यांच्या अंशात अशी घट करणे शक्य होते कारण जसजशी भरड मिलाव्याच्या आकाराची व्याप्ती वाढते तसतसे त्यातील पोकळ्या कमी होतात आणि सुकार्य काँक्रीट तयार करण्याकरता कमी चुना लागतो. दिलेल्या मिलाव्याच्या काँक्रीटमध्ये दिलेल्या काळात कमाल संपीडक बल निर्माण करण्याकरता लागणारी सिमेंटची राशी (आ. २७) त्यात संबंधित असलेल्या मिलाव्यातील प्रत्येक कमाल आकाराप्रमाणे बदलती असते. सर्व प्रकारच्या आकाराच्या मिलाव्याकरता सिमेंटचा अंश जास्त घालून एक कमाल शक्ती प्राप्त होईपर्यंत या शक्तीत वाढ करता येते पण या कमाल शक्तीच्या पलीकडे सिमेंटमध्ये वाढ करुनहि शक्तीत आणखी वाढ करता येत नाही. सिमेंट जास्त घालूनही ज्यापेक्षा अधिक शक्ती प्राप्त करता येत नाही अशी संपीडक कमाल शक्ती मोठ्या आकाराच्या मिलाव्याच्या (काँक्रीट) पेक्षा लहान आकाराच्या मिलाव्याच्या (काँक्रीट) मध्ये जास्त असते.

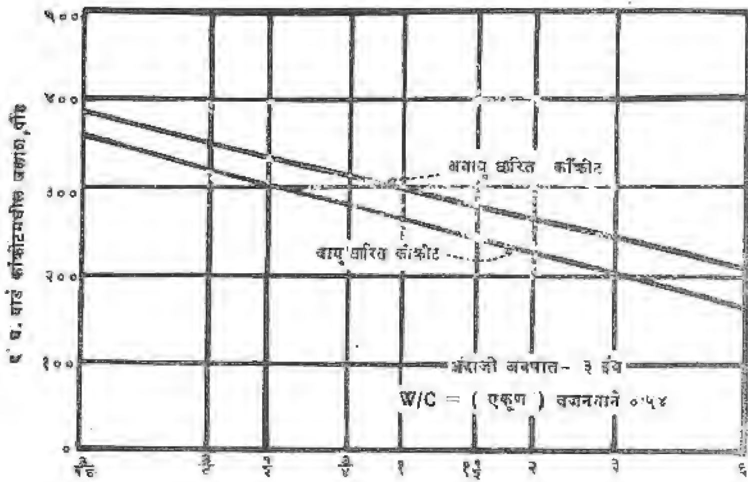
काँक्रीटच्या संपीडक शक्तीवर होणाऱ्या मिलाव्याच्या कमाल आकाराच्या परिणामांची निश्चिती करण्याकरता डेन्व्हर प्रयोग शाळेत व्यापक प्रमाणांत घेतलेल्या चाचण्यांच्या मालिकेवरुन प्राप्त केलेले महत्वपूर्ण निष्कर्ष आ. २८ मध्ये सादर केले आहेत. काँक्रीटच्या संपीडक बलांवर मिलाव्यातील कणाच्या निरनिराळ्या आकाराचा होणारा परिणाम या वक्रावरुन दिग्दर्शित होतो आणि उच्च शक्तीचे काँक्रीट निर्माण करण्याकरता लागणाऱ्या मिलाव्याच्या आकाराची निवड करण्याची मर्यादा किती संकुचित असते हे स्पष्टपणे दिसून येते. असे उच्च शक्तीचे काँक्रीट पूर्व–प्रतिबलित अगर पश्चात्–तणावित कामाकरिता अगर पूर्व–निर्मित काँक्रीटच्या मालाकरता लागते. ९० दिवसांच्या द. चौ. इंचास ४५०० पौंड शक्तीच्या पातळीपेक्षा जास्त पातळीवर लहान कमाल आकाराचा मिलावा असलेल्या काँक्रीटमध्ये सामान्यतः जास्त शक्ति विकसित होते. जास्त शक्ती लागणाऱ्या काँक्रीटच्या

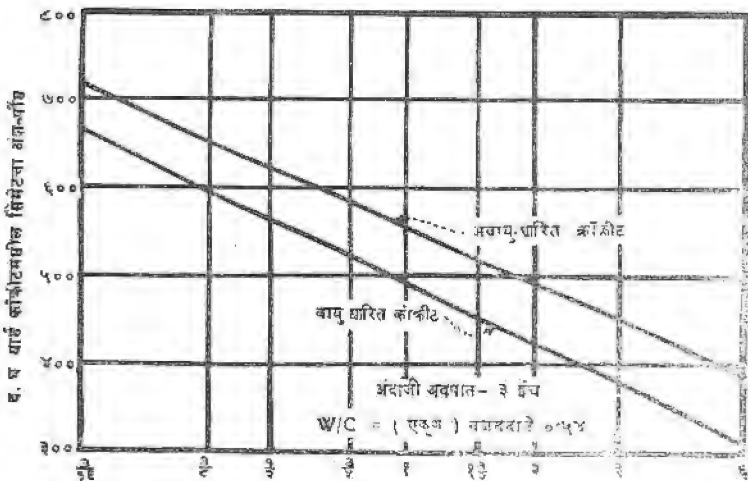


वजनाने जलसिमेंट गुणोत्तर ०·५४, ३ इंच ढासळ, व शिफारसित वायुअंश असलेल्या मिश्रणातील सरासरी प्रतवारीच्या नैसर्गिक मिलाव्यांवर हा आलेख आधारित केला आहे.

आ. २६. निरनिराळ्या कमाल आकारांच्या मिलाव्याना लागणाऱ्या पाणी, सिमेंट आणि धारित वायू यांच्या राशी, मोठ्या भरड मिलाव्याच्या मिश्रणात, लहान भरड मिलाव्याच्या मिश्रणांच्या मानाने, दर घ. यार्डास पाणी सिमेंट कमी लागते. 288-D-805

दाबनळ्या द. घ. यार्ड कॉंक्रीटमध्ये पुष्कळवेळा ८ पोती सिमेंट घालून कारखानदार तयार





मिलाव्याचा कमाल नाममात्र आकार, इंच.

● **आ.** २७. वायुधारित आणि अवायुधारित कॉंक्रीटमधील कमाल आकाराच्या मिला–व्याच्या संबंधात सिमेंट आणि पाणी यांचे अंश. मोठ्या आकाराचा भरड मिलावा अस-लेल्या मिश्रणात सिमेंट आणि पाणी कमी लागते. 288-D-1528

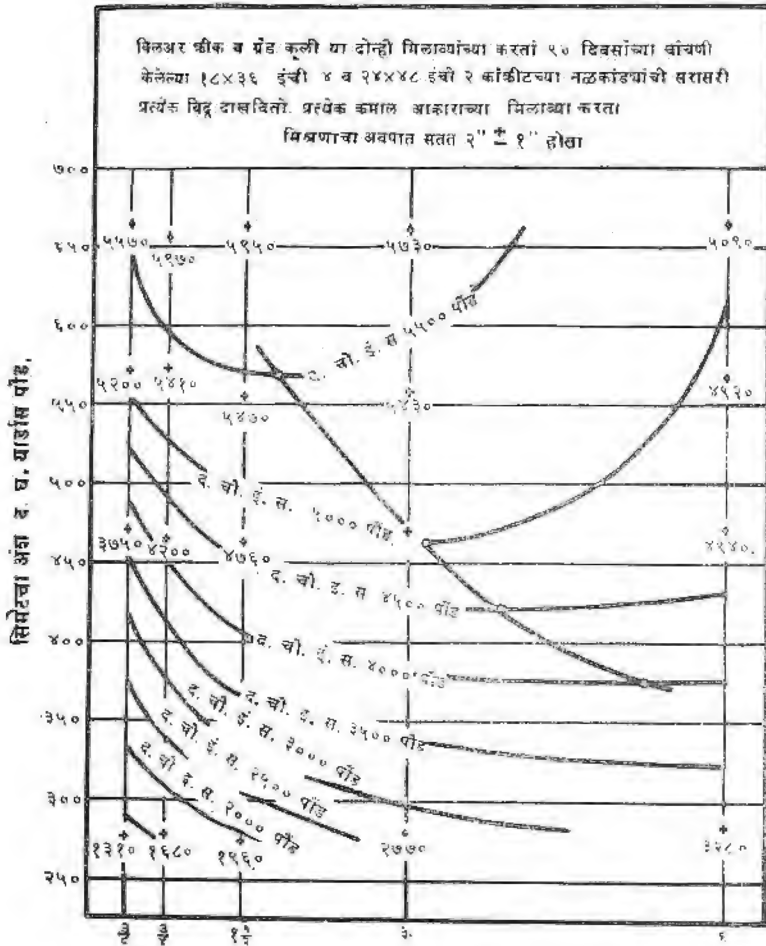
करतात. अशा जास्त शक्तीची आवश्यकता असणाऱ्या काँक्रीटच्या दाबनळ्या ब्यूरोत दरवर्षी अनेक मैल लांबीच्या तयार होतात. अशा कामामध्ये आणि उच्च शक्तीच्या पातळ्यांवर लहान आकाराचा मिलावा असलेले काँक्रीट जास्तीत जास्त परिणामकारक ठरते.

भारी काँक्रीटमध्ये आढळून येणाऱ्या कमी शक्तीच्या मर्यादात असणाऱ्या मिलाव्याच्या आकाराच्या कमी क्रांतिक परिणामाचेहि दिग्दर्शन आ. २८ मध्ये केले आहे. भारी काँक्रीटच्या मिश्रणाच्या अभिकल्पनेत विशिष्ट आकाराच्या मिलाव्याकरता अनुकूलतम प्रतवारी आणि सिमेंटचा अंश प्रस्थापित करण्याकरता अध्ययन करण्यात आले आहे, कारण भारी काँक्रीटच्या मोठ्या धरणात थोडे पौंड सिमेंट जरी वाचवता आले तरी अनेक डॉलर्सची बचत होते. भारी कमानीच्या आतल्या बाजूत आणि भाराश्रित संरचनातील निबल काँकीटमध्ये ३ ते ६ इंच कमाल आकाराचा मिलावा वापरुन एकूण काटकसरीत महत्वपूर्ण वाढ करावयाची असते या गोष्टीवर भर देणे इष्ट आहे.

१९ मिश्रणाचा आणि मुरवणजलाचा दर्जा– विनिर्देशानुसार जरी मिश्रण आणि मुरवणजलाच्या गढूळपणावर सध्या मर्यादा नसली तरी काँक्रीटकरता वापरात येणारे पाणी वाजवी प्रमाणात स्वच्छ असणे व त्यात गाळमाती आक्षेपार्ह प्रमाणात नसणे अवश्यक असते. त्यात सेंद्रिय द्रव्ये, क्षार लवणे आणि इतर अशुद्ध द्रव्ये असता उपयोगी नाहीत. काँक्रीटमध्ये त्याचा वापर करण्यापूर्वी पूर्वतयारी म्हणून अतिशय प्रमाणात तरंगणारी घन द्रव्ये असणाऱ्या प्रवाहातील पाणी अवस्थापन टाक्यात काही वेळ स्थिर राहू देणे अगर अन्य साधनांनी स्वच्छ करणे इष्ट असते. दर दशलक्ष भागात २००० भाग ही गढूळपणाची कमाल मर्यादा मार्गदर्शक म्हणून मानण्यात यावी.

स्वच्छ पाण्याची चव जर लवणयुक्त अगर खारट नसेल तर आणखी चाचण्या न करता काँक्रीटच्या मिश्रण आणि मुरवणकरता ते वापरण्यास हरकत नाही. दर दशलक्षभागात १००० भागापेक्षा सल्फेट जास्त आहे अशी शंका आल्यास अशा आयोजित पाण्याचे विश्लेषण करावे. कठोर (Hard) अगर अतिशय कडवट पाण्यात सल्फेटचे उच्च प्रमाणात सांद्रण झाले असण्याची शक्यता असते. पश्चिम संस्थानांच्या रुक्ष प्रदेशातील विहिरी व नाल्यातील पाण्यात खनिज लवणे, क्लोराइडे व सल्फेटे विरघळलेली असतात व त्यांच्याकडे साशंक नजरेने पाहण्यात येते. उपलब्ध असलेले सर्वांत शुद्ध पाणी वापरावे. शंकास्पद अशा सर्व ठिकाणांतील पाण्याचे परिशिष्टामधील संज्ञा ३ प्रमाणे नमुने घ्यावेत.

काँक्रीटमधल्या सल्फेटयुक्त पाण्यातील सल्फेटचे सांद्रण १ टक्क्याइतके होईपर्यंत दुष्परिणाम अगदी क्षुल्लक असतो असे चाचण्यांवरून दिसून आले आहे. जर हे सांद्रण ०.५ टक्के टक्के असेल तर (काँक्रीटच्या) शक्तीत सरासरी घट ४ टक्के होते; हेच जर १ टक्का झाले तर शक्तीत ही घट १० टक्क्यापेक्षा जास्त होते. सोडियम क्लोराईड (साधे मीठ) असलेल्या सर्व द्रावणांच्या काँक्रीटच्या शक्तीत ७ दिवसापेक्षा जास्त कालावधीत उल्लेखनीय घट होत असल्याचे दिसून आले आहे. सामान्य मीठ जर ५ टक्के असेल तर शक्ती सुमारे ३० टक्क्यानी कमी होते. अल्प प्रमाणात सल्फेट आणि क्लोराइडे असलेल्या उच्च प्रमाणात कार्बनीकरण झालेल्या खनिज पाण्यामुळे ८० टक्क्याइतके शक्तीचे गुणोत्तर खाली येते.

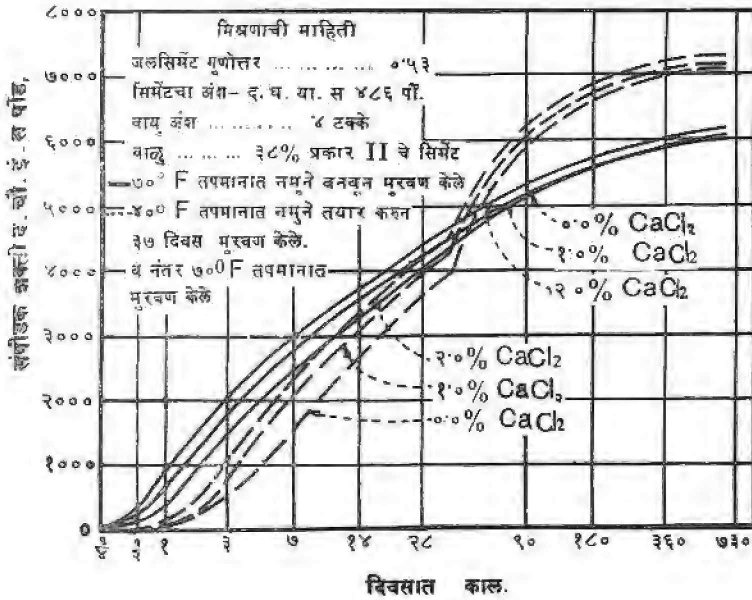


कमाल आकाराचा मिलावा. इंच

आ. २८. निरनिराळ्या संपीडक शक्तीकरता मिलाव्याच्या कमाल आकारानुसार सिमेंटच्या अंशातील बदल.

२० संमिश्रणाचा वापर – (अ) त्वरक – आ. २९ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे कॉंक्रीटच्या मिश्रणात कॅल्शियम क्लोराईडसारख्या त्वरकाचा समावेश करून कॉंक्रीटमधील प्राक् शक्ती भरीवपणे वाढविता येते. शीत हवामानात वाढीव प्राक् शक्तीमुळे कॉंक्रीटचे, काला–

वर्षीच्या शेवटी होणाऱ्या गोठणामुळे होणाऱ्या हानीपासून, चांगल्या प्रकारे संरक्षण करता येते, तसेच फर्मे लवकर काढून घेण्याकरता अगर जखडबंदीच्या साधनांचे लवकर भारण करण्याकरता (काँक्रीटमध्ये) उच्च प्रमाणात प्राक् शक्ती निर्माण होणे इष्ट असते. इष्ट परिणाम निर्माण होतील इतकीच कॅल्शियम क्लोराईडची राशी निर्बंधित असते आणि ती वजनानें सिमेंटच्या २ टक्क्यापेक्षा कधीही जास्त असू नये. पुरेशी वाढीव प्राक् शक्ती निर्माण होण्याकरता अवश्य असणाऱ्या गरजा सामान्यपणे एक टक्का कॅल्शियम क्लोराईड घालून पुऱ्या करता येतात.



आ. २९ –दोन भिन्न मुरवणांच्या परिस्थितीत कॅल्शियम क्लोराईड घातल्यामुळे काँक्रीटच्या संपीडक शक्तीत होणाऱ्या विकासाचे प्रमाण 288-D-1529.

त्वरकांच्यापैकी सर्वात सामान्य अशा कॅल्शियम क्लोराईड या त्वरकाचा उपयोग गंभीरपणे करावयास हवा. जेव्हा सहज उपलब्ध असलेली अन्य साधने पुरी पडत नाहीत तेव्हाच त्याचा वापर करावा. या संयुगाचा काँक्रीटच्या शीत हवामानाशी इतका सर्वकष संबंध जोडण्यात आला आहे की काहींच्या मते काँक्रीटचे गोठणापासून संरक्षण करणारे आणि त्यामुळे उष्णता, विसंवाहन अगर संरक्षणाच्या अन्य प्रकारांची गरज लागणार नाही असे हे गोठणरोधक द्रावण आहे. पण हे खरे नाही आणि त्यामुळे सुरक्षेच्या खोट्या भावना निर्माण होतात.

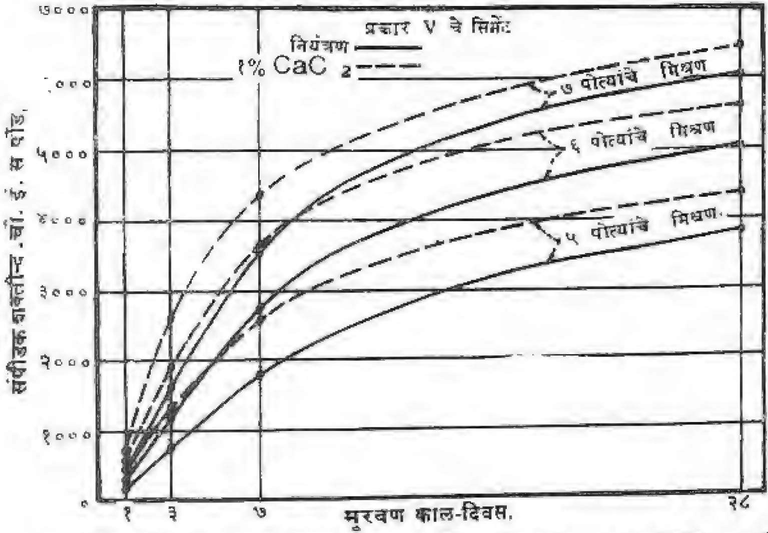
काँक्रीटमध्ये अवमिश्रक म्हणून अनुज्ञेय प्रमाणात वापरलेल्या कॅल्शियम क्लोराईडमुळे काँक्रीटच्या मिश्रणाच्या गोठण तपमानावर इतका अल्प परिणाम होतो, की तो पूर्णपणे उपेक्षणीय असतो म्हणून (काँक्रीटमध्ये) संरक्षण आवरण, उष्णता अगर अन्य शीत संरक्षकांचे, जी सामान्यपणे वापरण्यात येतात, त्यांचे प्रमाण कमी करण्याकरता कॅल्शियम क्लोराईडचा वापर करणे समर्थनीय ठरत नाही. पुढील परिच्छेदात खुलासा केल्याप्रमाणे काँक्रीटच्या दर्जात होणारी घट इतकी महत्वाची असते की कॅल्शियम क्लोराईड वापरण्याने काँक्रीटच्या गुणधर्मातील कोणता गुणधर्म बाधित होईल हे जाणून घेण्याची काळजी घेतली पाहिजे.

काँक्रीट हाताळण्यात आणि जागेवर टाकण्यात उशीर होऊ नये म्हणून त्वरकांचा वापर करताना विशेष काळजी घ्यावी लागते. कारण त्यामुळे शक्तीतील लाभाव्यतिरिक्त, अवपात हानि व काँक्रीटच्या घट्टपणात जलद वाढ होते. शीतबंध निर्माण होऊ नयेत म्हणून टाकण्यात येणाऱ्या कांक्रीटच्या थरांची जाडी कमी करावी लागते. कॅल्शियम क्लोराईडचा वापर करताना ते मिश्रण जलात पूर्णपणे विरघळले पाहिजे आणि संपूर्ण वाटयामध्ये हे द्रावण समप्रमाणात वाटले गेले पाहिजे हे महत्वाचे असते. जेव्हा कॅल्शियम क्लोराईड आणि वायुधारक द्रव्य एकाच द्रावणात असतात तेव्हा कॅल्शियम क्लोराईड बऱ्याचशा वायुधारक द्रव्यांचे अवक्षेपण करते म्हणून त्या दोन्ही द्रव्यांची (स्वतंत्र) द्रावणे करणे आणि मिश्रकात त्यांचा स्वतंत्रपणे समावेश करणे महत्वाचे असते.

जमिनीतील सल्फेटच्या आघाताला प्रतिरोध करण्याची काँक्रीटची क्षमता, त्याला कॅल्शियम क्लोराईडची जोड दिल्याने कमी होते असे चाचण्यांवरून दिसून येते. जेथे सल्फेट परिस्थिती आढळून येते आणि जेव्हा शीत हवामानात काँक्रीटचे काम चालू ठेवावे लागते तेव्हा दर घ. यार्ड काँक्रीटकरता सुमारे एक गोणी जादा सिमेंट घातल्याने कॅल्शियम क्लोराईडमुळे प्राप्त होणाऱ्या उच्च जलद शक्ति इतकी अंदाजी शक्ति प्राप्त होते हे आकृती ३० वरून दिसून येते. सामान्यत: कॅल्शियम क्लोराईड उष्ण हवेत वापरू नये कारण काँक्रीट पक्क होण्याच्या कालाचा वेग वाढतो आणि त्यामुळे ते जागेवर टाकणे आणि त्याची साफसफाई करणे ही कामे करणे अधिक अवघड होते. त्यामुळे काँक्रीटच्या शक्तीच्या विकसनावर संभाव्यत: उलट परिणाम होतो.

अन्य निष्कर्षावरून असे दिसून आले आहे की पोझोलानयुक्त काँक्रीटमध्ये उच्च प्राक् शक्ति निर्माण करण्यात कॅल्शियम क्लोराईडची परिणामकारकता मिश्रणातील पोर्टलंड सिमेंटच्या राशीच्या प्रमाणात असते. उच्च अल्कली सिमेंट आणि अभिक्रियाशील मिलावा यांच्यामधील क्रियेत संमिश्रणामुळे वाढ होते.

(आ) वायुधारक द्रव्ये – ब्यूरोच्या बांधकामातील काँक्रीटमध्ये वायुधारणाचा उपयोग करणे ही नेहमीची गरज असते. वाटयामधील मिश्रक पाण्याच्या एका भागात विरघळलेल्या स्वरूपात हे द्रव्य घालण्याची आवश्यकता असते आणि अतिलहान कामाबर यांत्रिकी प्रमाण–नियंत्रकाच्या सहाय्याने हे द्रावण वाटयामध्ये वापरावयाचे असते. ब्यूरोच्या विनिर्देशानुसार ही वायुधारक द्रव्ये "काँक्रीटकरता वायुधारक अवमिश्रणासंबंधी तयार



मिश्रणांची माहिती– मिलाव्याचा कमाल आकार = ¾ इं.,धारित वायु ५%, अवपात ३ इं.
५०0F तपमानांत काँक्रीटचे मिश्रण केले.
५०0F तपमानात चांचणी नमुन्याचे पाण्यात मुरवण केले
जलसिमेंट गुणोत्तर – ७ पोत्यांच्या मिश्रणाकरता ०·३७ ६ पोत्यांच्या मिश्रणाकरता ०·४२
५ पोत्यांच्या मिश्रणाकरता ०·४९.

आ ३०– सिमेंट आणि कॅल्शियम क्लोराईड जादा वापरल्याने बाधित होणारा जलद शक्तिचा विकास 288 D 1530

केलेल्या तात्पुरत्या विनिर्देशनाशी " जुळणारी असली पाहिजेत. (A S T M संज्ञा C260) याला अपवाद हा की या द्रव्याचा समावेश असलेल्या काँक्रीटला त्याच्या मर्यादा आणि निस्रवणासंबंधीची चाचणी लागू होत नाही. ब्यूरोने बाजारात उपलब्ध असलेल्या अनेक (वायुधारक) द्रव्यांची चाचणी केली आहे, आणि त्यांच्या वापरास संमती दिली आहे. ही द्रव्ये भुकटीच्या स्वरुपात अगर द्रावणे म्हणून अनेक व्यापारी नावाखाली विकण्यात येतात. अन्य वायुधारक द्रव्यांचे बाबतीत, ती A S T M च्या गरजा पुऱ्या करतात असे प्रयोग शाळेत केलेल्या चाचण्यांवरून दिसून येण्यावर त्यांची मान्यता अवलंबून असते. हे द्रव्य सुसंजनतेच्या बाबतीत प्रत्येक वाट्यामध्ये एकसारखे असावे आणि वाट्यांच्या आणि वाहतुकीच्या दरम्यान त्याचा दर्जा एकसारखा असावा.

काँक्रीटमधील धारित वायूपैकी बराचसा चुन्यामध्ये धारित होत असल्याने लहान कमाल आकार असलेल्या मिलाव्यापासून तयार केलेल्या (उच्च प्रमाणात चुन्याचा अंश असलेल्या) काँक्रीटमध्ये लागणारी वायूची टक्केवारी, मोठ्या आकारचा मिलावा असलेल्या (कमी

चुन्याचा अंश असलेल्या) कॉंक्रीटमधील वायूच्या टक्केवारीच्या मानाने जास्त असते हे साहजिक आहे. मिश्रकामधील सर्व प्रकारच्या कॉंक्रीटकरता इष्ट असलेले वायूचे अंश खालील-प्रमाणे असावेत.

भरड मिलावा, कमाल आकार इंचात	एकूण वायूची टक्केवारी
$\frac{3}{4}$	६.० ± १
१$\frac{1}{2}$	४.५ ± १
३	३.५ ± १
६	३.० ± १

पुलांचे वरचे (पटईचे) भाग, रस्ते, वगैरेसारख्या कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागावर हिम निष्कासक लवणांचा हानिकारक परिणाम कमी करण्याकरता,(वरील) शिफारसित वायूच्या अंशात एक टक्क्याने वाढ करावी. तीव्र गोठणाखाली न येणाऱ्या कॉंक्रीटकरता, जर शक्ति ही आवश्यक बाब असेल व पुरेशी सुकार्यता टिकविता येत असेल तर, हे वायूचे अंश एक चतुर्थांशाइतके कमी करावेत. कॉंक्रीट टाकून स्पंदन केल्यावर त्यातील वायुचे अंश यादीत दिलेल्या मूल्यांच्या एक पंचमांशाइतके कमी होतात. पूर्वनिर्मित कॉंक्रीटच्या नळांच्या कॉंक्रीट-मध्ये कमाल वायु अंश अडीच टक्क्यापेक्षा कमी असावा.

वायुधारक द्रव्यांच्या दिलेल्या राशीकरता कॉंक्रीटमधील धारित झालेल्या वायूच्या राशी-वर प्रभाव पाडणाऱ्या घटकांत खालील घटक असतात. मिलाव्याची प्रतवारी व त्यातील कणांचा आकार, मिश्रणाचा दाटपणा, मिश्रणकाल, अवपात, आणि कॉंक्रीटमधील तपमान. मिलाव्यातील आणि पोझोलानमधील सेंद्रिय द्रव्याचाही (वायुधारक) द्रव्याच्या दिलेल्या राशीकरता धारित केलेल्या वायूच्या राशीवर प्रभाव पडतो. अवपातात वाढ झाली की वायूचा अंश वाढतो आणि पोर्टलंड सिमेंट व पोझोलानच्या सूक्ष्मतेची मात्रा, कॉंक्रीटचे तप-मान, अगर मिश्रणकाल यांच्यात वाढ झाली की त्यात(वायु अंशात) घट होते.

(इ) जलघट आणि पक्कता–नियंत्रण करणारी संमिश्रणे –

या वर्गातील संमिश्रणांचे त्यातील रासायनिक बनावटीप्रमाणे चार मान्य वर्गात भाग पाडले आहेत. I ल्या वर्गाच्या मिश्रणात लिग्नोसल्फॉनिक आम्ले आणि त्यांची लवणे येतात; II ऱ्या वर्गातील द्रव्ये किंचित निराळ्या कामगिरीकरता सुधारुन तयार केलेली असतात व ती I ल्या वर्गातील संमिश्रणातून व्युत्पन्न केलेली असतात. हायड्रॉक्सिलेटेड कॉर्बाक्सिलिक आम्ले आणि त्यांची लवणे III ऱ्या वर्गाच्या संमिश्रणात मोडतात. तसेच हायड्राक्सिलेटेड कार्बाक्सिलिक आम्ले आणि त्यांची लवणे सुधारुन अगर त्यातून व्युत्पन्न केलेली संमिश्रणे IV थ्या वर्गात येतात.

कार्यानुसार या द्रव्यांचे विभाजन असेही करता येईल. (१) जलघटाऊ पक्वतामन्दक (२) जलघटाऊ आणि (३) जलघटाऊ व पक्वतात्वरक संमिश्रणे.

सामान्यतः वर्ग I व III मधील मिश्रणामुळे मिश्रक–जलाच्या राशीत घट होते आणि कॉंक्रीटची प्रारंभिक आणि अंतिम पक्वता संमिश्रणविरहित वायुधारित कॉंक्रीटच्या मानाने

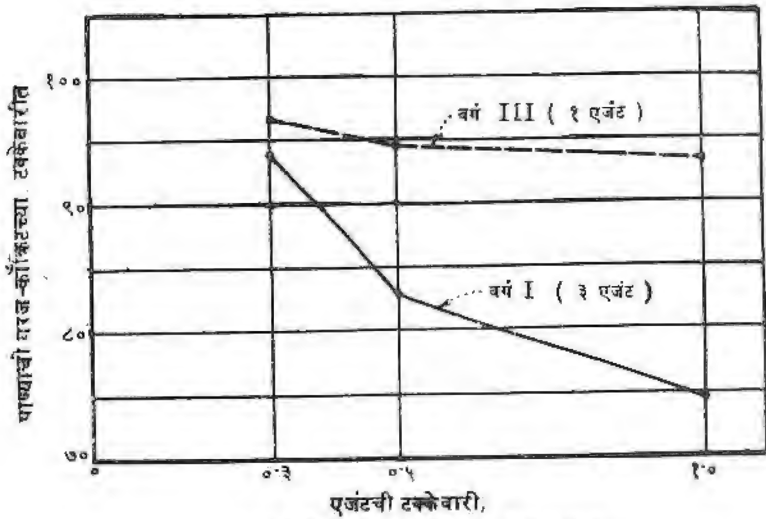
मंदगतीने होते.

वर्ग II आणि IV ची संमिश्रणे वर्ग I आणि III (च्या संमिश्रणा) पासून अशाप्रकारे सुधारित केलेली असतात की दिलेल्या सुसंजनाकरता अवश्य असणाऱ्या एकक जलांशात घट होते आणि प्रारंभिक पक्वता येण्यास लागणाऱ्या वेळेत बाधा येत नाही आणि सुधारणेच्या मात्रेनुसार ही घटना घडण्याच्या क्रियेची गती वाढते.

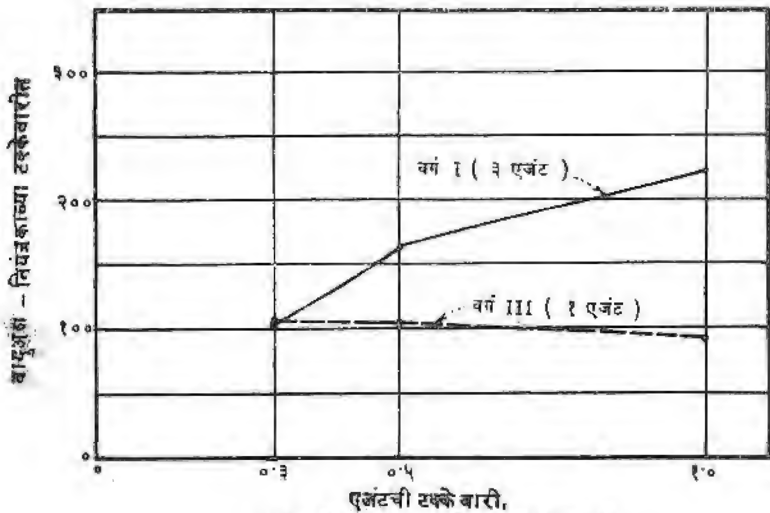
प्रयोगशाळेत आणि कामावर केलेल्या व्यापक चाचण्यांवरुन असे दिसून आले आहे की, नेहमीच्या तपमानात सारखाच वायुअंश असताना, वर्ग I व III च्या द्रव्यांचे नाममात्र डोसाचे प्रमाण वापरुन संरचना कॉंक्रीटमधील पाण्यात सरासरी अनुक्रमे ६ टक्के व ४ टक्के घट करणे शक्य होते. (या द्रव्यांचे नाममात्र भाग सिमेंटच्या वजनाच्या वर्ग I करता घन आधार व वर्ग III करता द्रव आधार— ०·२५ ते ०·३५ टक्के असतात.) सिमेंटवर अवलंबून असलेली ही जलघट ० पासून २५ टक्के इतक्या मर्यादेत असते. सामान्यत: वर्ग I मधील द्रव्यांमुळे वर्ग III मधील द्रव्यांपेक्षा जास्त घट करता येते. भारी कॉंक्रीटमध्ये वर्ग I च्या अनुकूलतम राशी वापरुन सरासरी जलघट सुमारे ८ टक्क्याइतकी करता येते.

I ल्या प्रकारची दोन सिमेंटे आणि II ऱ्या प्रकारची २ सिमेंटे वापरुन वर्ग I ची ३ संमिश्रणे व वर्ग III चे १ संमिश्रण यांच्या निरनिराळ्या राशी घालून फलस्वरुप झालेली एकक जलांशातील घट आ. ३१ मध्ये दाखविली आहे. जसजसे संमिश्रणाच्या भागात वाढ करण्यात आली तसतशी एकक जलांशाची गरज कमी झाली हे उघड आहे. वाढत्या भागामुळे वर्ग I करता लागणाऱ्या पाण्यातील घट III ऱ्या वर्गाच्या संमिश्रणाकरता लागणाऱ्या पाण्यातील घटीपेक्षा बरीच जास्त होती व त्याचे कारण वर्ग I च्या संमिश्रणाच्या मोठ्या भागामुळे धारित झालेल्या वायूत झालेली वाढ हे होय. (आ. ३२ पहा) वर्ग III च्या संमिश्रणात वायु धारित होता पण फारच थोडा आणि सर्व उदाहरणात त्याला विशेष प्रकारच्या वायुधारक द्रव्यांची जोड देण्यात आली. या उलट वर्ग I च्या बऱ्याचशा द्रव्यात ०.३ टक्के भागाकरता लागणाऱ्या वायूपेक्षा किंचित जास्त वायू धारित होतो. यापेक्षाही जास्त प्रमाणात वर्ग I चे संमिश्रण वापरले तर अनिष्ट प्रमाणात वायूच्या मोठ्या राशी धारित होतात.

वर्ग I आणि वर्ग II ची मिश्रणे नेहमीच्या भागात पुरविल्याने, प्रॉक्टर सूचिका चांचणीने (A S T M संज्ञा C ४०३) निश्चित केलेल्या स्पंदन मर्यादेप्रत पोहोचण्याचा सरासरी काळ सामान्यपणे अनुक्रमे सुमारे २५ आणि ४० टक्क्यांनी लांबविता येतो. तथापि निरनिराळ्या सिमेंटशी केलेली भिन्न भिन्न मिश्रणे वापरल्याने स्पंदन मर्यादेपर्यंत पोहोचण्यास लागणाऱ्या कालावधीची व्याप्ती वर्ग I ची द्रव्ये वापरलेल्या कॉंक्रीटच्या बाबतीत ४$\frac{३}{४}$ पासून पासून १२$\frac{३}{४}$ तासाइतकी आणि वर्ग III च्या संमिश्रणामुळे ५$\frac{३}{४}$ तासापासून १७ तासा इतकी व्यापक होते. काही प्रकारचे कॉंक्रीट टाकण्याकरता जेव्हा मन्दनक्रिया लांबविण्याची जरुरी असते तेव्हा III ची संमिश्रणे जास्त चांगल्या प्रकारे उपयोगी पडतात कारण वर्ग I च्या प्रकाराच्या संमिश्रणाचे नेहमीपेक्षा जास्त भाग वापरले गेले तेव्हा ज्याप्रमाणे काही



आ. ३१. संरचना काँक्रीटमधील पाण्याच्या गरजेवर लिग्निन आणि हायड्रॉक्सिलेटेड कॉर्बाक्सिलिक आम्ल घटकांचा पडणारा प्रभाव. 288-D-2640



आ. ३२. संरचना काँक्रीटमधील वायूच्या अंशावर लिग्निन आणि हायड्रॉक्सिलेटेड कॉर्बाक्सिलिक आम्लघटकांचा, पडणारा प्रभाव.

थोड्या उदाहरणात असे दिसून आले की (अशा काँक्रीटमध्ये) अकाली ताठरपणा निर्माण झाला तसे (वर्ग III चे) संमिश्रण वापरण्याने घडत नाही. वर्ग I चे नेहमीचे भाग वापरले तेव्हा सुद्धा काही सिमेंटबरोबर ते वापरले असता तीव्र गतीने अवपात हानी होण्याची शक्यता असते व हे विशेषतः उष्ण हवामानात घडते. वर्ग III ची संमिश्रणे असलेले काँक्रीट पक्वताचक्र सुरु होईपर्यंत सुनम्य राहते आणि त्यानंतर त्यात शक्तीचा सामान्य विकास होऊ लागतो.

वाटपाचे उपकरण खात्रीलायक आणि बिनचुक आहे याची काळजी घेतली पाहिजे कारण कोणतेही मन्दनक द्रव्य प्रमाणापेक्षा जास्त वापरले तर त्यामुळे पक्वता–कालावधी आक्षेप घेण्याइतका लांबतो.

सर्व कालावधीतील ६ × १२ इंच नळकांड्याच्यावर केलेल्या संपीडक चाचण्यांचा विचार केला असता असे दिसते की शिफारसित भागाच्या संमिश्रणांचा समावेश असलेल्या नमुन्या–पैकी ९५ टक्के नमुन्यांत त्यांच्या जोडीदार नियंत्रक नमुन्यांतल्यापेक्षा जास्त संपीडक शक्ती विकसित झाली. द्रव्यांच्यामुळे एकूण सरासरी संपीडक शक्तीत १८ टक्क्यानी वाढ झाली. नियंत्रक नमुन्यांतल्यापेक्षा जास्त संपीडक शक्ती विकासित करणाऱ्या नमुन्यांची संख्या जादा डोस दिल्याने ६६ टक्क्याइतकी कमी झाली व एकंदर सरासरी संपीडक शक्तीत १२ टक्क्याइतकी वाढ झाली. एक टक्का तीव्र डोस दिल्यामुळे ७२ टक्के नमुन्यांत जोडीदार नियंत्रक नमुन्यातल्यापेक्षा कमी संपीडक शक्ती विकसित झाली आणि सरासरी संपीडक शक्तीत २५ टक्क्याइतकी घट येण्यास तो कारणीभूत झाला. यावरुन विश्वसनीय योग्य डोस देऊन देखभाल केलेल्या वाटपाच्या उपकरणांच्या आवश्यकतेचे महत्व दिसून येते. कारण त्यामुळेच काँक्रीटच्या प्रत्येक वाट्यामध्ये संमिश्रणाचा बिनचुक डोस घालता येतो.

भारी काँक्रीटच्या आणि लिग्निन घातलेल्या १८X३६ इंची नळकांड्यांत निरनिराळ्या कालावधीत विकसित झालेल्या संपीडक शक्ती, संमिश्रणे न घातलेल्या जोडीदार नळकांड्या–तील संपीडक शक्तीपेक्षा भारी प्रमाणात जास्त असतात. एकूण २½, ३ आणि ३½ पोती सिमेंटयुक्त द्रव्याचे प्रमाण असलेल्या आणि ०, २०, ३३ आणि ४३ टक्के पोझोलानची प्रतिस्थापना केलेल्या काँक्रीटच्या बाबतीत याची सत्यता दिसून येते.

वर्ग I व वर्ग III च्या संमिश्रणाच्या वापराने शुष्कन संकुचनावर भारी परिणाम होत नाही. सामान्यतः संमिश्रणयुक्त काँक्रीटात संमिश्रणे न घातलेल्या काँक्रीटपेक्षा किंचित कमी संकुचन होते असे दिसून आले आहे.

जलघटी संमिश्रणाचा वापर केल्यामुळे सिमेंट कमी लागते व त्यामुळे तपमान वाढ व भारी काँक्रीटमध्ये चिरा पडण्याकडे असणारा कल हे कमी होतात. शीतनक तारांची गुंडाळी जास्त अंतरावर ठेवूनही भारी काँक्रीटच्या शीतनात काहीशी बचत करता येते.

संमिश्रणे घातलेल्या काँक्रीटचा गोठण आणि वितळणाशी होणारा प्रतिरोध, जर या संमिश्रणामुळे वायुरिक्तता योजना वाढवून काँक्रीट जास्त जलरोधक करता आले तरच सुधा–रता येतो. गोठण आणि वितळणाशी होणाऱ्या प्रतिरोधात सुधारणा करण्यास मदत करणा–

ऱ्या घटकांची तरतूद करण्याची जलघटी कर्त्याची क्षमता, त्याच्या रासायनिक वैशिष्ट्यावर तसेच कॉंक्रीटमध्ये वापरलेल्या अन्य द्रव्यांच्या गुणधर्मावर अवलंबून असते. परिणामतः मिश्रणातील सर्व अन्य द्रव्यांच्यासह, पोझोलान असल्यास त्याच्यासह, वापरण्याकरता प्रस्तावित केलेल्या प्रत्येक विशिष्ट द्रव्याचे, टिकाऊ कॉंक्रीटच्या निर्मितीची क्षमता निश्चित करण्याकरता, अन्वेषण करावे.

स्वजात आयतन परिवर्तन, सल्फेटचा आघात, तणाव व कर्तन शक्ती यांचा समावेश असलेल्या कॉंक्रीटच्या अन्य सर्व गुणधर्मांत एक तर सुधारणा तरी होते अगर अशा संमिश्रणांच्या वापराने निदान दुष्परिणाम तरी होत नाही.

प्रस्तावित संरचनेत आणि प्रस्तावित संरचनेच्या परिस्थितीत विशिष्ठ सिमेंट आणि अन्य द्रव्य वापरताना ती उपयुक्त होतील की नाही हे समजण्याकरता ही संमीश्रणे वापरण्यापूर्वी ४१ व्या संज्ञेत दिलेल्या रुपरेखेप्रमाणे त्यांच्यावर प्रयोग शाळेत चाचण्या घ्याव्या.

२१ क्षेत्रीय नियंत्रण – कॉंक्रीटमधील द्रव्यांची निवड केल्यावर आणि त्यांची एकमेकाशी प्रमाणे ठरविल्यानंतर जास्तीत जास्त फायदा होईल अशा तऱ्हेने त्यांचा उपयोग नियंत्रित करावा. या क्षेत्रीय नियंत्रणाने दर्जा, एकसारखेपणा आणि कॉंक्रीटच्या संरचनेतील अंतिम काटकसर, यावर नियंत्रण ठेवता येते. प्रथम दर्जाच्या द्रव्यांची संभाव्य मूल्यापैकी बरीचशी मूल्ये आणि त्या द्रव्यांचे अनुकूलतम प्रमाणीकरण, जर त्यांचे प्रमाण नियंत्रण, मिश्रण, जागेवर ती टाकणे आणि त्यांचे मुरवण यांच्यावर प्रभावीपणे नियंत्रण केले नाही तर फुकट जाते. त्यांतील अंतर्वस्तूंचा दर्जा जितका हलका तितके समाधानकारक टिकाऊपणा आणि शक्ती प्राप्त करण्याकरता म्हणजेच संरचनेस कमाल उपयुक्त आयुष्य लाभावे म्हणून, काटेकोरपणे नियंत्रण करण्याची जरूरी असते.

जर कॉंक्रीट चांगले, एकसारखे तयार करण्याचे प्रयत्न यशस्वी करावयचे असतील तर त्यावर, विशेषतः मिलाव्यातील द्रव्य तयार करण्यावर आणि हाताळण्यावर, प्रथम नियंत्रण ठेवले पाहिजे. प्रत्येक वाट्यामधून मिश्रकात एकसारखे गुणधर्म असलेले द्रव्य पुरविले नाही तर एकसारख्या उच्च दर्जाचे कॉंक्रीट काटकसरीने निर्माण करता येणार नाही. उच्च दर्जा आणि एकसारखेपणा प्राप्त करण्यकरता द्रव्यावर प्रक्रिया करण्यास येणारा खर्च, कॉंक्रीटच्या दर्जात सुधारणा होण्याने आणि जास्त चांगली सुकार्यता प्राप्त करण्यात आणि सिमेंटचे प्रमाण कमी लागण्यात होणाऱ्या बचतीने, सामान्यतः समर्थनीय ठरतो.

ब्यूरोच्या कामावरील कॉंक्रीटच्या मिश्रणातील प्रमाण, विनिर्देशात दिलेल्या कमाल जलसिमेंट गुणोत्तराच्या अगदी निकट असले पाहिजे या आधारावर ठरविले जाते. कॉंक्रीटमधील जलसिमेंट गुणोत्तर, मिश्रणातील (घटकांचे) प्रमाण आणि त्याची सुसंजनता प्रथम निश्चित केल्यावर लागोपाठच्या वाट्यामध्ये समावेश होणाऱ्या, त्यातील द्रव्यांच्या राशी अचूकपणे नियंत्रित करणे हा दुसरा टप्पा असतो. अशा तऱ्हेने पुरेशा आणि एकसारख्या प्रमाणात मिश्रण केल्याने समरूप कॉंक्रीट तयार होते. योग्य प्रकारे आणि काळजीपूर्वक हाताळणी करुन ते जागेवर टाकल्याने एकसमानतेची आणि दर्जाची हानी न होता संरचने–

तील त्याच्या अंतिम जागी काँक्रीटचे दृढीकरण केल्यानंतर त्याला फक्त सयुक्तीक झिलई आणि पुरेशा मुरवणाची जोड दिली की संतोषजनक संरचना कार्याचे चक्र पुरे होते.

काँक्रीटमधील अंतर्वस्तू विलग होणे हे काँक्रीटच्या अत्यंत हानिकारक वैशिष्ठ्यांपैकी एक असते. (काँक्रीटमध्ये) भरीव प्रमाणात असणाऱ्या दृश्य आणि अदृश्य अपुरेपणाशी याचा प्रत्यक्ष अगर अप्रत्यक्ष संबंध असतो. अपुरेपणात खडीतील पोकळ्या, कमजोर व सच्छिद्र थर, संरचना जोडाजवळ बंधाचा अभाव, पृष्ठभागावरील पापुद्रे, जाळी पडणे, पोचे येणे आणि वाळूचे ओरखडे यांचा समावेश असतो आणि त्याचा वारसा काँक्रीटकडे जातो. विलगनामुळे होणाऱ्या हानिकारक परिणामांचा निरास करण्यापेक्षा विलगन होऊ नये म्हणून काळजी घेणे जास्त सोपे आणि सुरक्षादायक असते आणि सुदैवाने योग्य मर्यादेत त्यावर नियंत्रण करता येईल अशी व्यवहार्य साधने उपलब्ध आहेत.

विलगनावर प्रभावी नियंत्रण ठेवल्याने जास्त काटकसर करता येते. कारण एकसमान-तेच्या अभावाचे परिणाम नाहीसे करण्याकरता जादा सिमेंटचा वापर करण्याची जरुरी रहात नाही आणि अखेरीस परिणामी देखभाल करण्यास कमी खर्च लागतो.

काँक्रीट सुनम्यावस्थेत असताना त्याच्या दर्जावर नियंत्रण ठेवण्याची अखेरची संधी फर्म्यात त्याचे दृढीकरण करताना मिळते. जर कमाल टिकाऊपणा, शक्ति, बचत, आणि एकसारखेपणा प्राप्त करावयाचा असेल तर त्याचे काटेकोरपणे दृढीकरण केले पाहिजे. कमी सिमेंट आणि पाणी असलेली दाट मिश्रणे वापरणे स्पंदनाच्या उपकरणांत झालेल्या विकासा-मुळे शक्य झाले आहे. त्याच: परिणाम काँक्रीटचा दर्जा बऱ्याच उच्च प्रमाणात वाढण्यात झाला आहे.

साच्यांच्या अवस्थेचा बांधकामाच्या बाह्यस्वरुपावरच प्रभाव पडतो असे नाही तर त्याच्या दर्जावरही पडतो. चांगल्या प्रकारचा माल साच्यांकरता वापरणे, ते योग्य प्रकारे तयार करणे आणि त्यांची देखभाल करणे हे जागेवरील नियंत्रणातील महत्वाचे घटक आहेत. काँक्रीट ओतण्याच्या बाजूकडील साचांचे पृष्ठभाग स्वच्छ असले पाहिजेत व चुना झिरपून न जाईल इतके पुरेसे रोधक असले पाहिजेत. तसेच जेथे वाळूचे ओरखडे आक्षेपार्ह असतात त्या ठिकाणी ते गच्च बसतील असे असले पाहिजेत. साच्यांच्या पृष्ठभागावर योग्य प्रकारे तेल लावावे.

फर्म्यात न ओतलेल्या पृष्ठभागांची साफसफाई करताना त्यांत समाविष्ट असलेल्या प्रत्येक क्रियेच्या बाबतीत नियंत्रण ठेवले पाहिजे. प्लॅस्टरच्या आणि थापिकामाच्या बाब-तीत जादा काम करून आणि अतिसूक्ष्म कण पृष्ठभागावर जमून त्याचा दर्जा कमी होऊ नये म्हणून ते कार्य किती वेळ करावे आणि कशा तऱ्हेने करावे यावर नियंत्रण ठेवले पाहिजे.

कठीण आणि टिकाऊ काँक्रीट तयार होण्याकरता सिमेंटच्या कणांचे योग्य प्रकारे जल-योजन होण्यास योग्य कालावधीपर्यंत काँक्रीट आर्द्र अवस्थेत राखण्याची गरज असते. जस-जशी काँक्रीटच्या मुरवणाच्या उपायांच्या प्रभावीपणात आणि कालावधीत वाढ होते तसतसे

त्यातील इष्ट गुणधर्मापैकी बऱ्याचशा गुणधर्मात सुधारणा होते. निरनिराळ्या प्रमाणात आर्द्र मुरवण करून अपघर्षण चाचण्या केलेल्या काँक्रीटच्या चाचणी–चौकटीच्या आ. ३३ मधील दृश्यावरून या वस्तुस्थितीचे योग्य प्रकारे दिग्दर्शन होते. या चौकटींचे थापीने झिलई दिलेले पृष्ठभाग त्या पृष्ठभागातील प्रत्येक स्थानावर क्रमशः ६० सेकंदापर्यंत कंकराचे झोत पडतील अशा तऱ्हेने तोटीसमोर धरले होते. धुक्याने मुरवण न केलेली चौकट प्रतिरोध करण्याच्या बाबतीत इतकी कमी दर्जाची होती की त्यातील एकच स्थानावर झोत टाकला होता.

उष्णता आणि थंडी पराकोटीपर्यंत वाढते अशा हवेमध्ये मुरवण पुरेसे झाले आहे अशी खात्री करण्याकरता आगाऊ विशेष तजवीज करणे जरुरीचे असते.

काँक्रीटच्या शक्तीवर मुरवणतपमानाचा पडणारा प्रभाव ही जलयोजनाच्या वेगाची एक बाब असते; जर मुरवणतपमान वाढविले तर जास्त जलद जलयोजन होते आणि तदनुसार शक्तीत जलदगतीने वाढ होते. बऱ्याच कालावधीनंतर कमी तपमानात मुरवण केलेल्या काँक्रीटमध्ये जास्त उच्च शक्ती प्राप्त होतील.

काँक्रीटच्या मुरवणांच्या बाबतीत अधिक चर्चा १२४, १२५ व १२६ या विभागांत केली आहे.

२२. काँक्रीटमधील उष्णता–निर्मिती आणि चिराळणे यांवरील नियंत्रण — वक्तशीरपणे अंमलात आणण्यात येत असलेल्या गुणवत्ता–नियंत्रणाबरोबरच काँक्रीटच्या रचना पद्धतीवर जर नियंत्रण ठेवले तर पूर्ण झालेल्या संरचनेचा दर्जा वाढण्यास मदत होते. अशा नियंत्रक उपायांपैकी सर्वांत प्रमुख उपाय भारी काँक्रीटची तपमान वाढ मर्यादित ठेवणे आणि त्यामुळे अनिष्ट औष्णिक प्रतिबले व चिराळणे कमी करणे हे आहेत.

आधुनिक संरचना पद्धतीच्या वापरामुळे भारी काँक्रीट जलदगतीने टाकणे शक्य होते अशावेळी काँक्रीटमध्ये प्राक् कालावधीत भारी काँक्रीटच्या संरचनात जलयोजन उष्णता जितक्या जलदी निर्माण होते तितक्या जलदी ती अशा संरचनातून बाहेर पडू शकत नाही, आणि या काँक्रीटमधील तपमान ते टाकायच्या वेळच्या तपमानापेक्षा जास्त असते. काँक्रीट–मधील प्रारंभिक तपमान, वापरलेल्या सिमेंटची राशि, सिमेंटचा उष्णतानिर्मिती गुणधर्म, वस्तुमापनाची मापे आणि (काँक्रीट) टाकण्याचा वेग, भोवतालची तपमान परिस्थिति, काँक्रीटचे औष्णिक गुणधर्म आणि कृत्रिम शीतनाची तरतूद केली असल्यास त्यामुळे काढून घेतलेल्या उष्णतेचे मान, यांच्यावर (उष्णता वाढीचे) कमाल मूल्य अवलंबून असते.

साचलेल्या उष्णतेचे सावकाश विसरण करून अगर कृत्रिम साधनांनी ती नाहीशी करून अंतिम स्थिर अवस्थेपर्यंत तपमान कमी करण्याबरोबरच (काँक्रीटचे) संकुचन होते व कांही बाबतीत या करता विस्तृत प्रमाणात भारी किंमतीच्या संकुचन जोडांचा वापर, अनियंत्रितपणे चिरा पडू नयेत म्हणून, करावा लागतो. पूर्वनिश्चित मूल्याइतके काँक्रीटचे तपमान खाली आले की या जोडांची गाराभराई करण्यात येते; अभिकल्पनातील आवश्यकतेप्रमाणे जर ही संरचना एक संघ म्हणून काम देणार असेल तर हे मूल्य अंतिम सरासरी मूल्यापेक्षा

सामान्यपणे कमी असते.

संकुचन जोडांची यशस्वीपणे गाराभराई होण्याच्या दृष्टीने तेथील फट सुमारे ०.०२ इंच









आ. ३३– अपघर्षण-चाचण्या केलेल्या, निरनिराळ्या प्रमाणात आर्द्र मुरवण केलेल्या काँक्रीटच्या चाचणी चौकटी. काँक्रीटचा अपघर्षण–प्रतिरोधचांगले मुरवण केल्यामुळे वाढतो. Fx-D-20715

अगर जास्त रुंद असावी लागते. परिणामत: जर जोडांचा वापर करावयाचा असेल तर, अभिकल्पन आणि बांधकाम यांच्यात अशा तऱ्हेचा मेळ असावा की त्यामुळे यशस्वीरीत्या गाराभराई करता येईल अशा फटींची तरतूद करणे शक्य होईल व आक्षेपार्ह असे मध्यवर्ती चिराळणे रोखता येईल.

काँक्रीटच्या कमाल तपमान आणि अंतिम तपमानातील फरक कमी होण्याने त्याची चिराळण्याची प्रवृत्ती कमी होते अगर संकुचन जोडांच्यामध्ये जास्त अंतर ठेवणे शक्य होते.

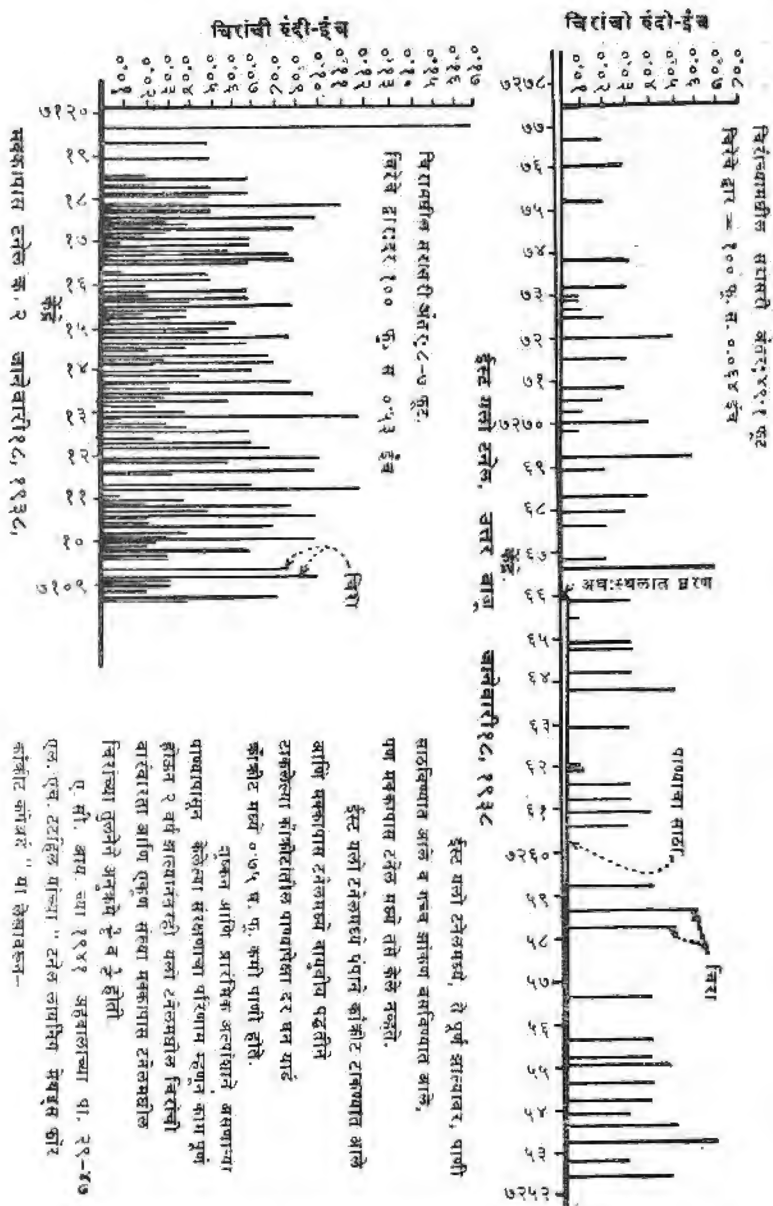
भारी कॉंक्रीटमधील तपमानवाढ कमी करण्याकरता अनेक पद्धती एकत्रित अगर अलगपणे वापरण्यात आल्या आहेत. या पद्धतीत खालील पद्धतींचा समावेश होतो.

(अ) कमी प्रमाणात उष्णतेचा विकास होणाऱ्या सिमेंटचा वापर; (आ) सिमेंटचा अंश कमी करणे (इ) पोझोलान द्रव्यांचा वापर; (ई) बांधकाम चालू असताना उभाराच्या वरच्या पृष्ठभागावरून जलयोजन उष्णतेचा बराच मोठा अंश नाहीसा होईल अशा तऱ्हेने (कॉंक्रीट) टाकण्याचा वेग मर्यादित करणे (उ) जलयोजन उष्णतेमुळे अंतिम तपमानाइतके अगर त्यापेक्षा फक्त किंचित तपमान वाढावे म्हणून थंड हवेत कॉंक्रीट टाकणे (ऊ) कॉंक्रीट टाकण्याच्या वेळेचे तपमान कमी करण्याकरता कॉंक्रीटमधील अंतर्द्रव्याचे पूर्वशीतन करणे; (ए) मिश्रणांत बर्फाचा अंतर्भाव करणे (ऐ) फर्मे लवकर काढून घेणे आणि पृष्ठभागा-वरून अतिरिक्त उष्णता निघून जाणे सुलभ व्हावे म्हणून पोलादी फर्मे वापरणे; आणि (ओ) कॉंक्रीट टाकतेवेळी अगर टाकल्यानंतर कृत्रिम शीतनाची सुरवात करणे. त्यामुळे कमाल तपमान–वाढीतच केवळ घट होते एवढेच नव्हे तर थोडक्या वेळात इष्ट तपमाना-इतके कॉंक्रीट थंड होते, आणि कॉंक्रीट टाकून झाल्यावर योग्य कालावधीत संरचना जोडांची गाराभराई करणे शक्य होते.

मंद–उष्णता सिमेंटचे एकूण उष्णता निर्मिती कमी असणे हेच वैशिष्ठ नसून, अशा उष्णतेच्या निर्मितीचा वेग कमी असणे हेही आहे. जेव्हा मंद–उष्णता असलेल्या गुणधर्मांचे सिमेंट वापरण्यात येते तेव्हा बांधकामाच्या दिलेल्या गतीकरता कमाल तपमान कमी कर-ण्यात कृत्रिम शीतन सर्वात जास्त प्रभावी ठरले आहे.

कॉंक्रीटचे प्राक् शीतन अनेक मार्गांनी साध्य करता येते. भरड मिलाव्यावर पाण्याचे फवारे मारावे, ते प्रशीतित हवेने थंड करावे, अगर नदीत अथवा प्रशीतित पाण्यात त्याला बुडवून ठेवावे. वाळू व सिमेंट पोकळ फ्लाईट–स्क्रू उपकरणात थंड करावेत. (सिमेंट आणि वाळू वाहून नेणाऱ्या स्क्रूच्या उपकरणाच्या परिसराभोवती अगर त्याच्या आतल्या भागा-मधून थंड पाणी फिरवता येईल अशा प्रकारचे ताप–विनिमय यंत्र वापरावे.) मिश्रणात प्रशीतित पाणी अगर बर्फ वापरावा. कॉंक्रीटचे प्राक् शीतन करण्याने पाणी आणि सिमेंट कमी वापरणे शक्य होते आणि जर ही दोन्ही स्थिर ठेविली तर कालांतराने जास्त शक्तीचे आणि टिकाऊ कॉंक्रीट निर्माण होते.

चिराळण्याच्या दृष्टिकोनातून कॉंक्रीटच्या अंतीम अवस्थेवर ज्याचा भारी प्रभाव पडतो अशी आणखी एक संरचना पद्धती, बोगदे, गटारे, सायफन, नळ यांच्यासारख्या पाणी वाहून नेण्याच्या बंदित साधनांचे, निर्देशित मुरवण पुरे होणे आणि संरचना कार्यवाहीत आणणे यांच्यामधील कालावधीत ती कोरडी पडण्यापासून संरक्षण करणे, ही आहे. सौम्य हवामान असलेल्या जागी व ती विलंबित कालापर्यंत बंद न करता चालू ठेवावयाची सोय असलेल्या संरच-नांना ही पद्धती विशेष लागू पडते. संरचनेच्या टोकाशी पोत भिंती (bulk heads) घालून आणि आतल्या बाजूस पाण्याचा साठा करुन तुलनेने कमी खर्चात अशा संरक्षणाची तरतूद करता येते. जेव्हा बोगद्याची कामे चालू असतात तेव्हा जे भाग आधी ओतून व मुरवून झाले



आ. ३४– कॉंक्रीटचे अस्तर दिलेल्या बोगद्यात ताल घातल्याने अगर पोतभित बांधल्यामुळे होणारा परिणाम. शुष्कनापासून अशा तऱ्हेने केलेल्या संरक्षणामुळे चिरा पडणे बऱ्याच प्रमाणात कमी होते. 288-D-809

आहेत त्यांचे अतिप्रमाणात शुष्कन होऊ नये म्हणून पोतभिंतीच्या द्वारात जेथे अस्तरास सुरवात झाली आहे अशा ठिकाणी पंखा ठेवावा. त्यामुळे ज्या भागाचे पाण्याने मुरवण करण्यात येत आहे तेथील आर्द्र हवा पुऱ्या झालेल्या भागामधून जाईल. कोलोरॅडो नदीच्या जलसेतू वरील बोगद्याच्या अस्तराचे शुष्कन होऊ न देण्यामुळे झालेल्या फायद्याचे दिग्दर्शन आ. ३४ मध्ये केले आहे.

ज्या कॉंक्रीटच्या संरचनेच्या पाठीमागे भराव करावयाचा आहे अशा संरचनेचे शुष्कना–पासून अनेक वेळा संरक्षण करणे व बऱ्याच काळपर्यंत त्याला मुरवणाचा लाभ देणे, ही कामे, भार सहन करण्याइतकी कॉंक्रीटमध्ये शक्ती येताच त्याच्या पाठीमागील भराव पुरा करुन, शक्य होतात.

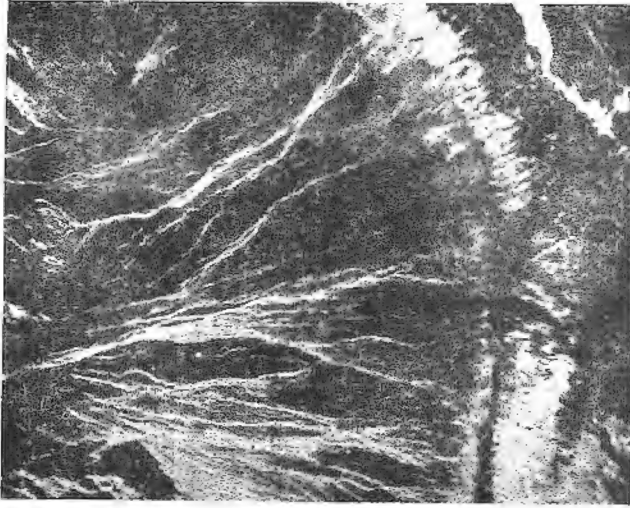
प्रकरण २ रे– काँक्रीटमधील द्रव्यांचे अन्वेषण आणि निवड

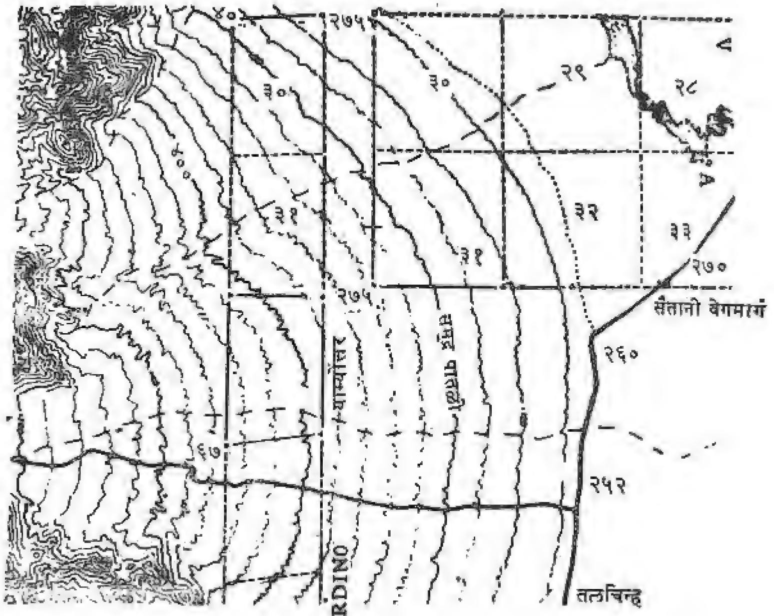
अ – मिलाव्याच्या द्रव्यांचे पूर्वेक्षण

२३. **सामान्य चर्चा** –– संरचना करण्यापूर्वी काँक्रीटमधीक द्रव्यांची करण्यात येणारी क्षेत्रीय अन्वेषणें प्रामुख्याने मिलाव्यांच्या पूर्वेक्षण आणि उपलब्ध असलेल्या साठ्यांच्या समन्वेषण आणि नमुना घेण्याच्या पुरतीच मर्यादित असतात. जेव्हा जेव्हा व्यवहार्य असेल तेव्हा तेव्हा कामावरील अभियंत्याला लागणारी मिलाव्याची अंदाजी राशी, वापरात यावयाचा कमाल आकार, आणि प्रस्तावित संरचनेचे सामान्य स्वरूप या संबंधीची माहिती देण्यात येते. ज्यांच्यावर पूर्वेक्षणाचे काम सोपविलेले आहे त्याना प्रतवारीचे काँक्रीटच्या गुणधर्मावर जे परिणाम होतात त्यांच्याशी संबंधित असलेल्या मिलाव्याची भौतिक वैशिष्ठ्ये आणि रचनेची माहिती असावी. सारासार विचारशक्ति आणि प्राथमिक क्षेत्रीय अन्वेषणातील काटेकोरपणा यांचे प्रतिबिंब पूर्ण झालेल्या संरचनांचा टिकाऊपणा आणि (खर्चातील) बचत यात दिसून येते.

२४. **नकाशे आणि द्रव्यांची माहिती** — व्यक्तिगत राज्यांच्या नकाशांवर, डेन्व्हर प्रयोगशाळेत, काँक्रीटमधील चाचणी केलेल्या मिलाव्यांच्या आणि दगडगोट्यांच्या (रिपरॅप) मूलस्थानाची नोंद सतत करण्यात येते. ब्यूरो काम करीत असलेल्या १७ पश्चिम राज्यांकरता नकाशे तयार ठेवण्यात आले आहेत. या नकाशात सतत बदल होत असतो. सामान्य वितरणाकरता ते उपलब्ध करण्यात आलेले नाहीत; तथापि द्रव्यांच्या चाचणी घेतलेल्या स्थानांच्या संबंधी माहिती विनंति केल्यास डेन्व्हर कार्यालयातून मिळू शकते,

काँक्रीटच्या मिलाव्यांच्या स्थानांच्या जागांकरता अगर मिलावा तयार करण्याच्या यंत्रसामुग्री अगर संरचनांच्या रूपरेखेकरता उपयुक्त होणारे अन्य तपशीलवार नकाशे, स्थल–वर्णनात्मक नकाशे हवाई छायाचित्रे, नद्यांच्या सर्वेक्षणाचे नकाशे, आणि काही बाबतीत भूतत्वीय नकाशे, हे आहेत. आ. ३५ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे मिलाव्यांच्या जागांचे स्थलवर्णनात्मक नकाशे तयार करण्याकरता आधार म्हणून हवाई छायाचित्रांचा साधारणपणे उपयोग करण्यात येतो. नकाशे तयार करण्याचे काम हाती घेण्यापूर्वी संबंधी क्षेत्र व्यापणारे नकाशे अस्तित्वात आहेत अगर कसे याचा काटेकोरपणे तपास केला जातो. असे नकाशे उपलब्ध आहेस अगर कसे यासंबंधीच्या माहितीकरता यू. एस. भूशास्त्रीय सर्वेक्षणाच्या कार्यालयाशी संपर्क साधावा, ही संस्था युनायटेड स्टेट्स आणि पोर्टोरिका या देशांच्या प्रदेशवर्णनात्मक नकाशांची मालिका तयार करत आहे.





आ. ३५ - वाळू आणि कंकराचे संभाव्य मूलस्थान असणाऱ्या जलोढ पंख्याचे हवाई दृश्य प्रदेशवर्णन, (यू. एस्. भूशास्त्रीय सर्वेक्षणाच्या कार्यालयाने घेतलेले छायाचित्र).

PX-D-17629

त्रिकोणी सर्वेक्षण स्थानकांची आणि कायमची तलचिन्हाची ठिकाणे आणि भूपृष्ठीय वास्तविक स्थाने यांची नकाशावर नोंद केलेली असते.

प्रसिद्ध केलेले नकाशे आणि (अप्रकाशित) नकाशे, हस्तलिखिते, अगर अन्य माहिती उपलब्ध आहे अगर कसे यासंबंधी मागणी आणि चौकशी यू. एस्. भूशास्त्रीय सर्वेक्षण कार्यालय, डेन्व्हर संघीय केंद्र, डेन्व्हर, कोलो. अगर वॉशिंग्टन, डी. सी. यांच्याकडे करावी.

२५. मिलाव्याचे आणि त्यांच्या साठ्यांचे भूशास्त्रीय आणि तदनुषंगिक गुणधर्म.

मिलाव्याच्या साठ्यांच्या उपयुक्ततेशी संबंध असणारे बरेचसे घटक त्या प्रदेशाच्या भूशास्त्रीय इतिहासाशी संबंधित असतात. ज्या भूशास्त्रीय प्रक्रियेमुळे साठा तयार होतो अगर नंतर त्यात बदल घडतो त्या प्रक्रिया (या साठ्यांचा) उपयोग करण्यासंबंधी निर्णय घेताना ज्या काही वैशिष्ठ्यांचा परिणाम होतो अशा अनेक वैशिष्ठ्यांना जबाबदार असतात. अशा वैशिष्ठ्यात साठ्याची रचना, आकार आणि स्थान, अधिभाराची जाडी आणि गुणधर्म, खडकांचे प्रकार आणि अवस्था, मिलाव्यातील कणांची प्रतवारी, गोलाई आणि एकसारखेपणाची मात्रा आणि भूजलाची पातळी यांचा समावेश असतो.

(अ) **साठ्यांचे प्रकार** – नैसर्गिक वाळू आणि कंकर अगर आधार शैल यांचा मिलावा, दृष्यांशाच्या क्षेत्रातील खाणीतून प्राप्त करण्यात येतो. पश्चिम प्रदेशात, नैसर्गिक वाळू आणि कंकर प्रचलित आहेत आणि मिलाव्याचे सामान्यपणे सर्वात कमी खर्चात मिळविण्याचे ते मूल साधन आहेत. नदीच्या पात्रातून हिमानी निक्षेपातून आणि जलोढ पंख्यातून सामान्यतः ते प्राप्त करण्यात येतात. भूग्नाश्म राशी कधी कधी वापरण्याकरता त्यांच्यावर प्रक्रिया करण्यात येते. संमिश्रण वाळू पवनोढ साठ्यामधून कधीकधी प्राप्त करण्यात येते.

नाल्यातील साठे हे सर्वात सामान्य आणि साधारणपणे वांछनीय असतात. कारण (१) त्यातील व्यक्तिगत कण गोल असतात (२) नाल्यातील पाण्यामुळे निवडण क्रिया अमलात येते आणि त्यामुळे प्रतवारीत सुधारणा होऊ शकते आणि (३) नाल्यातील परिवहनीय अपघर्षण आणि निक्षेपामुळे कमजोर कणांचे अंशतः निरसन होते, नाल्याच्या कावावर अगर त्याच्या पात्रात वाळू आणि कंकराचे अनेक वेळा विस्तृत साठे आढळून येतात, पण त्यांचा शोध घेत असताना नेहमी उच्च पातळीवरील वेदी – निक्षेपांचा समावेश होईल इतका तो व्यापक पाहिजे. उदाहरणार्थ, टेक्सासमधील कोलोराडो नदी आधार शैला वरून अगर त्याच्या जवळून वाहात जाते, परंतु कंकराचे साठे नजीकच्या क्षेत्रातील जास्त उंच असलेल्या भूभागावरच फक्त विस्तृत प्रमाणात आढळून येतात.

उत्तरी अक्षांशावर अगर उच्च पातळ्यावरच हिमानीनिक्षेप सीमित झाले आहेत. उत्तर-पश्चिमेकडील प्रदेशात आणि कोलोराडो इतक्या दूरपर्यंत दक्षिणेस ते विपुल प्रमाणात आढळून येतात, परंतु दक्षिण कॅलिफोर्निया, न्यू मेक्सिको, ॲरिझोना आणि टेक्सासच्या प्रदेशात ते विरळ आहेत अगर त्यांचा अभाव आहे. हिमानीनिक्षेप वास्तविक हिमानी आणि नदीकृत

असे दोन प्रकारचे असतात आणि त्यांच्या गुणधर्मात फार फरक असतो. वास्तविक हिमानीनिक्षेपांचे परिवहन हिमनदीय बर्फाने होते आणि नदीतून वाहून जातेवेळी होणाऱ्या अपघर्षण अगर निवड क्रियेला त्याला तोंड द्यावे लागलेले नसते, म्हणून भिन्नभिन्न रचना व आकार असलेली आणि दर्जात बराच फरक असलेली द्रव्ये अशा निक्षेपात समाविष्ट झालेली असतात. कारण त्यातल्या कमी ताकतीच्या घटकांना, नदीतील क्रियेशी संबंध असणाऱ्या द्रव्यांना अपघर्षणी घटकांचा जो अनुभव येतो तो, घ्यावा लागत नाही. नदीकृत हिमानीनिक्षेपात नदीक्रियेला तोंड द्यावी लागलेली हिमानी द्रव्ये असतात. वास्तविक हिमानीनिक्षेप सामान्यपणे ढुम्मॉकी टेकड्या आणि कड्यावर (हिमोढ) आढळून येतात; नदीकृत हिमानीनिक्षेप मुख्यत: नदीच्या पात्रात अगर अपक्षेप प्रतलावर हिमोढाच्या अनुप्रवाही दिशेने आढळतात. वास्तविक हिमानीनिक्षेपांच्यावर नदीकृत घटकांचा प्रभाव पडत नसल्याने ते इतके विषमरूप असतात की मिलाव्याकरता त्यांचा उपयोग होत नाही आणि वापरावयाचे झालेच तर त्यांच्यावर विस्तृतपणे प्रक्रिया करावी लागते. नदीकृत हिमानीनिक्षेपामधून मिलाव्याचे संतोषजनक द्रव्य अनेक वेळा मिळू शकते.

जलोढ पंखा हे नदी घाटीच्या तोंडाशी साचलेला सावकाश उतार असलेला अर्धवट नाळक्याच्या आकाराच्या मलवा निर्मित द्रव्याचा एक साठा असतो. अर्धरुक्ष आणि पूर्णरुक्ष प्रदेशाची वैशिष्ट्ये जलोढ पंख्यात असतात आणि वारंवार येणाऱ्या मुसळधार पावसाच्या पुरातून ते बनलेले असतात. ज्या ठिकाणी पर्वतातून नदी बाहेर पडते आणि निकटच्या खोऱ्यात प्रवेश करते तेथे एकदम जवळजवळ उतार नाहीसा झाल्याने नदीतील भारापैकी बराचसा भाग त्या ठिकाणी तळी साचतो. अशा परिस्थितीत खाली बसलेली वाळू आणि कंकर नदीतील सामान्य निक्षेपामुळे मिळणाऱ्या वाळू आणि कंकरापासून फार भिन्न असतात. कण कोपरेदार आणि द्रव्यातील स्तर आणि प्रतवारी अगदी कमी दर्जाची असते. मिलाव्यांची मूलसाधने म्हणून जलोढ पंख्यांचे साठे अनेक वेळा वापरण्यात येतात परंतु त्यांच्यावर नेहमीपेक्षा जास्त प्रक्रिया करावी लागते.

तीव्र भूप्रदेशीय पातळींच्या तळाशी भूग्नाश्म राशींचे साठे सुटा झालेला खडक घसरून अगर पडून तयार होतात. त्यात प्रतवारीची क्रिया होत नाही, फारच कमी प्रमाणात (दगड) गोलाकार बनतात आणि निरनिराळ्या द्रव्यांचे वियोजन होत नाही. तथापि तेथील खडकाच्या प्रकारात सामान्यत: फारच थोडी विविधता दिसून येते. काही उदाहरणात भूग्नाश्म राशींच्या साठ्याचा चुरा करण्यात येतो अन्यथा योग्य मिलावा तयार होण्याकरता त्याच्यावर प्रक्रिया करण्यात येते.

पवनोढ द्रव्य सूक्ष्म वाळूच्या आकाराइतकेच मर्यादित असते आणि संमिश्रक वाळू म्हणून त्याचा उपयोग होतो. सामान्यत: ते चांगले गोलाकार असते आणि प्राधान्यत: स्फटिकाचे बनलेले असते. कारण वाऱ्याने निर्माण झालेल्या तीव्र संघर्षणामुळे त्यातील कमी टिकाऊ घटक प्रभावीपणे निघून गेलेले असतात.

नैसर्गिक वाळू आणि कंकर नेहमीच उपलब्ध असतात असे नाही आणि काँक्रीटच्या

मिलाव्याकरिता कधीकधी खाणीतून दगड काढून त्यावर प्रक्रिया करून, ही द्रव्यें निर्माण करावी लागतात. जेथे योग्य दर्जाचे आणि आकाराचे द्रव्य कमी खर्चात मिळविता येत नाही तेथेच फक्त सामान्यपणे खाणकाम करण्यात येते. खाणकामाच्या अन्वेषणातील आधार खडकाच्या दृश्यांशाचे नमुने घेण्याविषयीच्या सूचनांच्या संबंधात काही भूशास्त्रीय विचार विभाग २७ (ब) मध्ये मांडले आहेत.

(आ) खडकांचे वर्गीकरण आणि वैशिष्ठ्यें

खडकांचे त्यांच्या मूलस्थानावर आधारलेल्या तीन मुख्य गटात सा. १० मध्ये वर्गीकरण केले आहे. हे वर्गीकरण अतिसंक्षिप्त आहे आणि त्यात फक्त अत्यंत महत्वाच्या प्रकारांचा समावेश केलेला आहे. सामान्य अग्निज खडकातील प्रधान खनिज खडक सा. ११ त दिले आहेत व त्यात सा. १० त उल्लेख न केलेल्या काही खडकांचा समावेश केलेला आहे. ग्रॅनाइट, डायोराइट आणि ग्रॅब्रास व तत्सम सूक्ष्म कण असलेल्या खडकापेक्षा जरी हे मध्यवर्ती प्रकार कमी प्रमाणात आढळत असले तरी मिलाव्यांच्या क्षेत्रीय व प्रयोगशाळेतील अन्वेषणांच्या इतिवृत्तात त्यांचा वारंवार उल्लेख केलेला असतो आणि सारणी ११ त त्यांचा समावेश केल्याने या इतिवृत्तांचे वाचन करणाऱ्या अभियंत्यांना संभवतः ती सारणी उपयोगी पडेल. सारण्या १० वा ११ ला जोडून खनिज आणि अश्मविद्येसंबंधीच्या संज्ञांची शब्दावली दिली आहे.

बरेचसे अग्निज खडक सामान्यतः कठीण, बळकट आणि सघन असल्याने त्यांच्यापासून उत्तम प्रकारचे मिलाव्याचे द्रव्य मिळते. टफ आणि काही लाव्हात हवेचे बुडबुडे राहिल्याने ते अति सच्छिद्र बनतात; असे दगड ह्या नियमाला अपवाद समजावेत. हलक्या वजनाचे कॉंक्रीट तयार करण्याची बाब सोडून हे (दगड) सामान्यपणे कॉंक्रीटमधील मिलाव्याकरता उपयोगी पडत नाहीत कारण ते कमकुवत आणि हलके असतात व त्यात उच्च प्रमाणात अवशोषण होते.

कठिण दगडापासून नरम दगडापर्यंत, जड दगडापासून हलक्या दगडापर्यंत, सघन दगडापासून सच्छिद्र दगडापर्यंत, अवसादी खडकाची व्याप्ती असते. त्या मानाने मिलाव्यामधील त्यांच्या उपयुक्ततेतही फरक पडतो. वालुकाश्म व चुना दगड, कठीण आणि सघन असले तर मिलावा म्हणून उपयुक्त असतात. परंतु वालुकाश्म पुष्कळ वेळा ठिसूळ अगर अतिशय सच्छिद्र असतात. कारण त्यातील घटकीय कणांचे संयोजन पूर्णपणे झालेले नसते. वालुकाश्म आणि चुना दगड या दोन्हीतही माती असू शकते व त्यामुळे ते ठिसूळ, नरम आणि अवशोषक बनतात; मातीचा त्यातील अंश वाढला की या दगडांचे वालुकामय अगर चुनामय शेलमध्ये रूपांतर होते. शेल, नरम, हलका, कमकुवत आणि अवशोषक असल्याने मिलाव्याचे द्रव्य म्हणून तो सामान्यतः अगदी कुचकामी असतो. शिवाय मुळातच त्यांचे थर पातळ असल्याने जेव्हा त्यांची वाळू अगर कंकर होतो तेव्हा त्यांचा सपाट आणि लादीसारखा आकार होण्याची शक्यता असते. मिश्र पिंडाश्मांचा मिलावा म्हणून उपयोग होत नाही कारण हाताळताना आणि प्रक्रिया करताना वाढत्या श्रेणीत त्यांची तुकडे होण्याकडे प्रवृत्ति

असते. चर्ट आणि गार, देशभर मिळावा म्हणून, व्यापक प्रमाणात वापरण्यात येतात, तथापि अनेक चर्ट समाधानकारकपणे काम देत नाहीत असा इतिहास असल्याने त्यांची उपयुक्तता व्यक्तिगत तपासली पाहिजे; काँक्रीटच्या कार्याच्या माहितीच्या आधारावर आणि चाचण्यांवर अशी तपासणी करणे श्रेयस्कर असते. जर कामासंबंधी माहिती उपलब्ध नसेल तर चर्ट, ज्यांचे विशिष्ठ गुरुत्व तुलनेने कमी असते आणि अवशोषण उच्च असते व मिलाव्यापैकी जे बराच भाग व्यापतात, त्यांच्या उपयुक्ततेकडे साशंकपणे पहावे. गोठणाने आणि वितळणाने विघटन होण्यास प्रतिरोध करण्याची चर्टची शक्ती संपृक्तपणाच्या मात्रे-प्रमाणे बदलते असे प्रस्थापित झाले आहे. संपृक्त झाले असताना ज्या चर्टचे विघटन सहज घडते ते सुके असताना चांगले बळकट असू शकतात. शिवाय एकदा का ते कोरडे झाले की ते तितक्याच प्रमाणात जलदी अगर सहज पुन्हा संपृक्त होत नाहीत. लहान लहान छिद्रे असणाऱ्या तशाच प्रकारच्या अवशोषक खडकांच्या बाबतीत तीच विचारसरणी लागू होते. अत्यंत बारीक छिद्रे हे ज्यांचे वैशिष्ठ्य आहे अशा कणांचे अस्तित्व आणि त्यांच्या परि-णामासंबंधी खास विचार करण्याची जरूरी प्रयोगशाळेतील चाचण्यांनीच प्रस्थापित करणे फक्त शक्य आहे.

सारणी १० बी.

सामान्यपणे आढळून येणाऱ्या खडकांचे सर्वसाधारण वर्गीकरण 288-D-1083

अग्निज

(वितळलेल्या अवस्थेतून घट्ट झालेले)

भरड कण असलेले स्फटिकीय.	सूक्ष्मकण असलेले स्फटिकीय (स्फटिक आणि काच)	खंडमय (Fragmental) (स्फटिकीय/कांच)
मूळ – खोल उगम स्थान, सावकाश थंड झालेले.	मूळ – जलद थंड झालेले ज्वालामुखीय अगर उथळ अंतर्भेदी	मूळ - विस्फोटक ज्वालामुखीय तुकडे. अवसाद म्हणून निक्षेपित झालेले
ग्रॅनाइट डायोराइट गॅब्रो (स्फटिक आणि हलकी खनिजे वाढत्या प्रमाणात ↑)	र्‍हायोलाइट अँडेसाइट बेसाल्ट (काळी खनिजे वाढत्या प्रमाणात ↓)	राख आणि प्यूमिस (ज्वालामुखीय धूळ अगर खंगर) टफ - (दृढीकृत राख)
टीप :- खडकांची नावे त्यांच्यातील खनिज द्रव्यावर आधारित केली आहेत.(शब्दावली पहा) वर उल्लेख केल्याप्रमाणे एक ढोबळ सूचक म्हणून रंगाचा वापर करावा.	अवश्यकतया कांच (एकदम थंड झालेली, अगदी थोडे स्फटिक अगर त्यांचा अभाव) ऑब्सिडियन, पिचस्टोन वगैरे	ॲग्लोमेरेट (भरड व सूक्ष्म ज्वालामुखीय डेब्रीस)

सारणी १० चालू

अवसादी

(पाणी, हवा, बर्फ, गुरुत्वाकर्षण यांच्यामुळे अवसादांचे परिवहन झाले)

यंत्रचलित निक्षेपण	रसायन मूलक अगर जीवरसायन मूलक निक्षेपण
अ – दृढीकरण न झालेले चिकणमाती, गाळमाती, वाळू, कंकर, गोटे } कणांच्या आकाराप्रमाणे आ – दृढीभूत झालेले :– शेल (दृढीभूत चिकणमाती) गाळाश्म (दृढीभूत गाळमाती) वालुकाश्म (दृढीभूत वाळू) मिश्र पिंडाश्म (दृढीभूत कंकर अगर गोल गोटे) ब्रेशिया – (कोणीय तुकडे)	आ – कॅल्केरियस चुना दगड ($CaCO_3$) डॉलोमाइट ($CaCO_3\ MgCO_3$) मार्ल (कॅल्केरियस शेल) कॅलिच (कॅल्केरियस माती) कोक्वीना (शेल, चुना, दगड) आ – सिलिशस चर्ट गारगोटी गोमेद (Agate), ओपल, चाल्सेडोनी } झऱ्यातील निक्षेप, नसातील अगर पोकळ्यातील भरणी. इ – इतर, कोळसा, फॉस्फेट, लवणे वगैरे.

कायांतरित

(उष्णता, दाब यांच्यामुळे कायांतर झालेले अग्निज अगर अवसादी खडक)

अ – पदर असलेले

स्लेट - सघन काळा, पातळ पदरात विभाजन होते (कायांतरित शेल)

शिस्ट – प्राधान्यतः अभ्रकयुक्त, अर्धसमांतर पदर असलेला.

नीस – दाणेदार पट्ट्यापट्ट्याचा, गौणपणे अभ्रकयुक्त.

आ – भारी

संगमरवरी : भरड स्फटिकीय, कॅल्केरियस (कायांतरित चुना दगड.)

क्वार्टसाइट – सघन, अत्यंत कठीण, क्वार्टझोस.

(कायांतरित वालुकाश्म)

सारणी – ११
सामान्य अग्निज खडकातील प्रधान खनिज घटक.

मरड स्फटिकीय खडक	१ प्रधान अंगभूत खनिजे	सूक्ष्म स्फटिकीय अगर पॉर्फिरिटिक खडक
ग्रॅनाइट	Q+O+(P)+A	ऱ्हायोलाइट
सिएनाइट	O+(P)+A	ट्रॅकाइट
क्वार्टझ मॉनोझोनाइट	Q+O+P+A	डेलेनाइट
मॉनोझोनाइट	O+P+A	लॅटाइट
क्वार्टझ डायोराईट	Q+(O)+P+A अगर B	डॅसाइट
डायोराइट	(O)+P+A अगर B	अँडेसाइट
ग्रॅब्रो	P+B	बसाल्ट

१ — खनिज संज्ञा

Q = क्वार्टझ – (कठीण, चकचकीत, शंखाभ भंग)

O — ऑर्थोक्लेज फेल्डस्पार (सामान्यपणे गुलाबी, बोथट, नियमित भेदक मुखवटे)

P – प्लॅजिओक्लेज फेल्डस्पार (सामान्यत: शुभ्र अगर जवळजवळ शुभ्र, पुष्कळ वेळा धारदार असलेले चांगल्या प्रकारचे भेदक मुखवटे)

A — अँफिबोल आणि / अगर बायोटाइट

B – पायरॉक्झीन

(   ) कंसातील खनिजे राशीच्या बाबतीत दुय्यम असतात.

टिपा –

(१) ११ व्या सारणीत नोंदलेल्या खनिजांच्याखेरीज इतर खनिजे अग्निज खडकांना सहाय्यक अगर गौण घटक म्हणून आढळतात. ग्रॅनॉईटमध्ये (मस्कोव्हाईट ग्रॅनाईटसारखी) सहाय्यक खनिजे, उदाहरणात्मक म्हणून विपूल प्रमाणातील मस्कोव्हाईट (सफेत अभ्रक) आढळतात. काही विशिष्ठ खनिज संयुगांना स्वतंत्र अश्मनामे दिली आहेत. (२) अँफिबोल, बायोटाईट (काळे अभ्रक) आणि पायरॉक्सीन काळ्या रंगाचे (हिरवट काळे ते काळे) असतात आणि ग्रॅनाइट (ऱ्हायोलाईट) पासून ग्रॅब्रो (बॅसाल्ट) पर्यंत त्याच्या राशीत झालेल्या वाढी आ. १० त नोंदलेल्या रंगातील फरकास जबाबदार असतात.

(३) खडकांच्या अधिक परिपूर्ण वर्णनाकरिता आणि अधिक व्यापक वर्गीकरणाकरता शैलविज्ञानशास्त्राच्यावरील पाठ्यपुस्तकांचा, (उ. ग्राउटचे "केप्स हॅंडबुक ऑन रॉक्स" अगर पायर्सन आणि नॉफचे "रॉक्स अँड रॉक मिनरल्स" यांचा) परामर्श घ्यावा.

खनिज आणि अश्मविद्याविषयक संज्ञांची शब्दावली –

ॲग्लॉमरेट – न निवडलेल्या ज्वालामुखीय तुकड्यांचा गोळा. तो सुटा असतो अगर अंत-

राळीय सूक्ष्म द्रव्याने दृढीभूत झालेला असतो. ज्वालामुखीय क्रियेमुळे त्यातील तुकडे कोणीय अगर गोलाकार बनतात पण वाहत्या पाण्याचा प्रभाव त्यावर दिसतोच असे नाही.

अमॉर्फस – स्फटिकीय नसलेले (उ. ओपल, ज्वालामुखीयकांचे)

ॲमिग्डयूल – दुय्यम खनिजानी भरलेले छिद्र (गुणविशेषण ॲमिग्डोलायडल)

ॲफॅनिटिक – चष्म्याशिवाय डोळ्यांना न दिसणारे कण असलेले.

अग्निज पोताचे – (फॅनेरिटिकशी तुलना करा)

ॲंफिबोल – मॅग्नेशियम, लोह, कॅल्शियम (कधीकधी सोडियम आणि अल्यूमिनम) यांचे निरनिराळे संयोग असलेल्या संबंधी खनिजांचे सांघिक नाम (उ. हॉर्नब्लेंड)

ॲरिनेशस – वालुकामय

अर्गिलेशस – मृण्मय

आर्कोज – फेल्डस्पारची अवश्यक राशी अर नेला वालुकाश्म,

ॲश – (ज्वालामुखीय) – सुटे, तुकडे इ ठले द्रव्य. त्यात ज्वालामुखीतून फुंकलेले ४ मिलिमिटरपेक्षा कमी व्यासाचे कण अ‍ा क प्रमाणात असतात. त्यात ज्वालामुखीय धूळ असते. (टफ, ब्रेशिया, खंगर आणि ॲग्लॉमोरेटशी तुलना करा.)

बेंटोनाइट – माँटमॉरिलोनाइट संघातील ७५ टक्क्यापेक्षा जास्त मृदाखनिजे असलेली मृण्मय द्रव्ये.

ब्रेशिया – दृढीभूत कोणीय तुकडे. हे तुकडे बरेचसे ४ मि, मी. पेक्षा जास्त व्यासाचे असतात. त्यांचा उगम, (१) झिजणे अगर घुपणे (२) भ्रंशक्षेत्राच्या बाजूने यांत्रिकी चिरडणे अगर (३) ज्वालामुखीय विस्फोटातून, प्राप्त होतो.

कार्बोनेशस – सेंद्रिय द्रव्य असलेले

चॅल्सेडोनी – सूक्ष्म स्फटिकीय सिलिका खनिज – सामान्यतः त्यात सम्मीलित पाणी असते.

चर्ट – सामान्यतः सघन, (कधीकधी) सच्छिद्र, सूक्ष्म स्फटिकीय, क्वार्ट्‌झ, चॅल्सेडोनी, आणि केव्हा केव्हा ओपल यांचा बनलेला असा कठीण खडक.

क्लोराइट – यात लोह आणि मॅग्नेशियम यांचा समावेश असतो. त्याची अभ्रकासारखी रचना असते. ते ॲंफिबोल, पायरॉक्झीन, अगर बायोलाइट यांच्या झिजण्याने तसेच कायांतराने बनते. ह्या खडकात सजल अल्यूमिनम सिलेकेट असते.

सिंडर – (ज्वालामुखीय) – लाव्ह्याचे ४ ते ३२ मि. मी. आकाराचे काचसदृश तुकडे असलेला व ज्यात उच्च प्रमाणात छिद्रे (स्कॉरिएशस) बऱ्याच मात्रेने आढळतात असा सुटा ॲग्लॉमरेट; तसेच राखेत आढळणारे या वर्णनाचे व्यक्तिगत तुकडे, टफ, ॲग्लॉमरेट अगर ब्रेशिया.

क्ले – सामान्यतः चपटे, स्फटिकीय क्यूओलिनाइट माँटमॉरिलोनाइट (बेंटोनाइट) इलाइट (हायड्रोमायका) अगर तत्सम गटांची खनिजे व नेहमीचे घटक म्हणून असलेले नैसर्गिक सूक्ष्म कणांचे द्रव्य – (या द्रव्यातील) हे घटक मुख्यत्वे हायड्रस अल्युमिनम सिलिकेटचे

असून ते अन्य खडक आणि खनिजांच्या रासायनिक बदलामुळे बनतात.

क्लीव्हेज – स्फटिकीय रचनेने निश्चित झालेल्यात नियमित प्रतलांच्या बाजूने विलग होण्याचा खनिजांचा गुणधर्म, मातीच्या प्रतिबलामुळे निर्माण होणाऱ्या कमकुवत प्रतलांच्या बाजूने पातळ पदरात विभाजन होण्याचा (उ. स्लेट) गुणधर्म.

कॉन्काइडल फ्रॅक्चर – भंगल्यामुळे फुटलेल्या काचेप्रमाणे गोलाकार पृष्ठे (शंखाभ), शब्दशः " शंखासारखे ".

काँक्रीशन – संग्रंथी – खनिज द्रव्याच्या थराथरात होणाऱ्या स्थानीय निक्षेपामुळे बनणारी गाठीची मसुराकार, अगर अनियमित आकाराची संरचना.

काँग्लॉमोरेट – (मिश्रपिंडाश्म): (४ मि. मी. व्यासापेक्षा जास्त व्यासाचे बऱ्याच प्रमाणात असलेल्या कंकर अगर गोटे यांचा आणि संयोजन अगर संदाबनाने दृढीभूत झालेल्या अशा द्रव्यापासून बनलेला अवसादी खडक.

क्रिप्टोक्रिस्टलाईन – (गूढ स्फटिकीय) = अर्थ सूक्ष्म स्फटिकासारखा पोत असणारा खडक– हे स्फटिक इतके सूक्ष्म असतात की शैलले ा चित्रीय सूक्ष्मदर्शी यंत्रानेसुद्धा त्यांचे विभेदन करता येत नाही.

डायटोमाइट – डायटोमच्या मुख्यत्वेकरून सांगाड्यापासून (डायटोमेशस मृत्तिका) बनलेला दृढीभूत अवसादी खडक.

इक्विग्रॅन्यूलर – समकणी – अग्निज – पोत असलेला – यातील कण अनिवार्यतया सम– आकाराचे असतात हे याचे वैशिष्ठ्य असते (पॉर्फिरिटिकशी तुलना करा).

फॅसिज – ही भूशास्त्रीय अगर शैल लेखाचित्रीय संज्ञा आहे. जेव्हा एखाद्या निक्षेप अगर खडकाच्या रचनेचा एक भाग – त्यातील दुसऱ्या भागापासून अश्मविद्याशास्त्रीय दृष्टीने विशेष प्रकारे भिन्न असतो, जसे शेलची फॅसी वालुकाश्माशी अंतस्तरित अगर, त्यात परिवर्तनित होते, तेव्हा अशा रचनेचा फॅसीज या संज्ञेने नामनिर्देश केला जातो; ग्रॅनाइटच्या शरीरात डायोराइटची फॅसी परिवेष्टित असते.

फेल्डस्पार – एकसारखी भौतिक लक्षणे आणि रचना असलेल्या अग्निज उत्पत्तीच्या खनि– जांच्या गटाचे फेल्डस्पार हे नाव आहे. ऑर्थोक्लेज व मायक्रोक्लाईन, पोटॅशियम ॲल्यूमिनम सिलिकेट; अल्बाइट, सोडियम अल्युमिनम सिलिकेट; अनॉर्थाइट, कॅल्शियम सिलिकेट, आणि इतर हे त्यांचे प्रकार आहेत.

फेरोमॅग्नेशियन : लोह आणि मॅग्नेशियमचा अंतर्भाव असलेला सामान्यतः काळ्या रंगाच्या सिलिकेटच्या खनिजांचा (पायरॉक्सीन, अँफिबोल, ऑलिव्हाइन, बायोटाइट) गट–

फेरूजिनस – (लोहमय) – लालसर पिंगट लोहमय अभिरंजका सारखे लोहमय द्रव्य.

फोलिएशन – (पल्लवन) – खनिज कणांच्या समांतरणातून (अवसादी खडकातील स्तरीभवनापासून हे भिन्न असते) निष्पन्न होणारी कायांतरित खडकाची बांधणी अगर पट्टीभवन.

ग्लास (कांच) – ज्वालामुखीय; आकस्मिक शीतनामुळे स्फटिकीभवन रोखले गेलेले अग्निज अश्मद्रव्य (प्रथम द्रवरूप असलेले).

नीस – दाणेदार खनिजांचा आणि प्रामुख्याने पट्ट्यासारख्या अगर समपार्श्वीय खनिजांचा एकामागून एक पट्टे असलेला कायांतरित खडक.

हार्डनेस – (काठिण्य) खनिज विज्ञान शास्त्रदृष्ट्या, एका कणाची दुसऱ्यावर चरे पाड–ण्याच्या अगर चरे पाडून घेण्याच्या क्षमतेचे माप. मॉह्सच्या मापसारणीवर ते गुणानुक्रमे एका (संगजिरे) पासून दहा (हिरा) पर्यंत निर्दिष्टक रण्यात येते.

केओलिनाइट – फेल्डस्पार अगर फेल्डस्पारयुक्त अग्निज शैलांच्या विघटनाने सामान्यत: बनलेले चिकणमातीचे खनिज (हायड्रस अल्यूमिनम सिलिकेट).

लस्टर, (चमक) प्रकाश परावर्तन गुणांच्या प्रभावामुळे, उ. धात्विक, काचीय, राळदार पदार्थाचे दिसणारे रूप.

मॅगॅस्कॉपिक – (मायक्रोस्कोपिक)– खनिजे आणि खडक यांच्यासंबंधी केलेल्या निरीक्षणांना आणि निव्वळ डोळ्यांनी अगर खिशातील भिंगाच्या सहाय्याने निरीक्षण केलेल्या गुण–धर्मास लागू केलेल्या सामान्य संज्ञा – ह्या सूक्ष्मदर्शी यंत्राने केलेल्या (सूक्ष्माशी तुलना करा.) निरीक्षणास लागू केल्या जात नाहीत.

मेटॅ – कायांतरण प्रक्रियेमुळे खडकात होणारा बदल दाखविणारा खडकाच्या नावामागे लावण्यात येणारा उपसर्ग (उ. मेटॅ अँडेसाईट).

मायक्रोक्रिस्टलाईन – (सूक्ष्मस्फाटीय) सूक्ष्मदर्शी यंत्राच्या सहाय्यानेच निरीक्षण करता येईल इतके लहान स्फटिक ज्यात आहेत असा खडकाचा पोत.

मायक्रोस्कॉपिक – (सूक्ष्म) खनिजावर आणि खडकावर सूक्ष्मदर्शी यंत्राच्या सहाय्याने केलेल्या निरीक्षणांना आणि निरीक्षण केलेल्या त्यांच्या गुणधर्मांना लागू करण्यात येणारी संज्ञा.

माँटमॉरीलोनाइट – बेंटोनाइट – चिकणमातीच्या खनिजातील सर्वांत सामान्य व अत्यंत विस्तृत घटक – याला सामान्यपणे मेटॅमॉरिलोनाइट गट असे म्हणतात; बीडेलाइट-सॅपोनाइट आणि नाट्रीनाइट हे त्याचे अन्य घटक आहेत. या मातीचे वैशिष्ठ्य हे असते की त्या ओल्या होताच फुगतात आणि साधारणपणे नरम आणि सफाइदार असतात.

ओपल – हे रंगहीन अगर फिकट करडे अगर पिंगट अनाकार सजल सिलिका असते. (अप-द्रव्यामुळे कधीकधी ते बहुवर्णी बनते.)

पेग्मटाइट – गार, फेल्डस्पार, अभ्रक यांचा सामान्यत: बनलेला अत्यंत भरड अगर राक्षसी कण असलेला अग्निज खडक; त्यात पुष्कळ वेळा दुर्मिळ खनिजे असतात.

फॅनेरिटिक – निवळ डोळ्यांना दिसणारे कण असलेला. अग्निज पोत – (अफेनाइटिकशी तुलना करा.)

फेनोक्रिस्ट – पॉर्फिरिटिक पहा.

फायलाइट – स्लेट आणि शिस्ट यांच्यातील कणांच्या मधल्या आकाराचे कण असलेला सूक्ष्म कणांचा कायांतरित खडक.

पॉर्फिरायटिक – लहान स्फटिकांच्या अगर काचेच्या कोंदणात बसविलेला मोठ्या स्फटिकांच्या (फेनोक्रिस्ट) अग्निज खडकाचा पोत (पॉर्फिरी :– पॉर्फिरायटिक पोत असलेला खडक.)

पोझोलान – स्वत:चे संयोजी गुण अगदी अल्प असलेले अगर अजिबात नसलेले पण अगदी बारीक आकाराचे सिलिशस अगर सिलिशस आणि अल्यूमिनस द्रव्य. ओल्या स्थितीत या द्रव्याची सामान्य तपमानात, कॅल्शियम हायड्रॉक्साइडवर रासायनिक प्रतिक्रिया होते आणि त्यापासून संयोजी गुणधर्म असलेले संयुग बनतात,

प्यूमिस – ढोबळपणे समांतर अगर एकमेकात ढिलेपणे गुंतलेल्या बऱ्याच प्रमाणात काचेतून काढलेल्या तंतूंच्यापासून बनलेला अतिशय सरंध्र आणि छिद्रमय अश्मरस; या तंतूतही पापुद्रे असलेली छिद्रे असतात. ऱ्हायोलाइट व डिसाइटसारख्या जास्त प्रमाणात सिलिका असलेल्या सांद्र अश्मरसात हे सररसकट आढळतात, स्कोरियाशी तुलना करा.

प्यूमिसाइट – नैसर्गिकरीत्या आढळणारी, अतिशय सूक्ष्मकण असलेली, प्यूमिसमय ज्वालामुखी राख – रचना सामान्यपणे ऱ्हायोलाइटची असते.

पायरोक्लॅस्टिक – ज्वालामुखीच्या स्फोटामुळे निर्माण झालेल्या खंडमय खडकास ही संज्ञा सामान्यपणे दिली जाते. (टफ, ज्वालामुखी–राख वगैरे)

पायरॉक्झीन – मॅग्नेशियम, लोह, कॅल्शियम (कधीकधी मँगेनीज, लिथियम आणि अल्यूमिनम) ही खनिजे निरनिराळ्या प्रमाणात एकत्र आलेल्या संबंधित खनिजांच्या गटाला ही संज्ञा दिली आहे. (उ. ऑगाइट)

क्वार्ट्‌झ– सगळ्यात विपुल प्रमाणात आढळणारा सिलिकेचा स्फटिकीय प्रकार– (SiO_2) तो अतिशय कठीण आणि चकचकीत असतो, त्यातील विभंजन शंखाभ असते. त्यातील भेदन वास्तविक नसते व हा खडक सामान्यत: रंगहीन पण कधीकधी गुलाबी, करडा, अगर शेंद्री रंगाचा असतो.

क्वार्टझाइट – अत्यंत कठीण क्वार्टझीस वालुकाश्म. त्याचे अंतर्कणी दुय्यम क्वार्ट्‌झने भक्कमपणे संयोजन केलेले असते,

शिस्ट – पट्टासारख्या अगर समपार्श्वी खनिजापासून प्रामुख्याने बनलेला सूक्ष्म ते भरड कणांचा प्रतलयुक्त कायांतरित खडक.

स्कोरिया – अनुप्रस्थ छेदात गोल अगर दीर्घ वर्तुळाकार वैशिष्ट्यपूर्ण छिद्रे असलेला अत्यंत उच्च प्रमाणात छिद्रमय अश्मरस, यातील अंतराळीय काच पातळ पटलांच्या स्वरूपात (जास्तीत जास्त वेळा द्रवरूप, बॅसाल्टसारख्या मूलभूत अश्मरसाच्या स्वरूपात) आढळते. गुणविशेषण – स्कोरिएशस, प्यूमिसशी तुलना करा.

सर्पेटाइन – मॅग्नेशियम सिलिकेट जास्त प्रमाणात आहे असा सामान्यत: दुय्यम मूलस्थान

असलेला सरसकट हिरवट रंगाचा खडक.

शेल – मुख्यत: चिकणमाती अगर गाळमातीपासून बनलेला आणि स्तरीभवनाशी समांतर असा ठळकपणे खंडित असलेला अवसादी खडक.

स्लेट – ठळकपणे खंडित असलेला पण स्तरीभवनाशी समांतर नाही हे वैशिष्ठ्य असलेला अत्यंत सूक्ष्मकणांचा कायांतरित खडक.

टूफा – खनिज झऱ्यांच्या भोवताली सामान्यत: बनलेले कॅल्शियम क्लोराईडचे सच्छिद्र निक्षेप (ट्रव्हरटाईन हा एक याचा प्रकार आहे.)

टफ – दृढीभूत ज्वालामुखीय राख.

व्हर्मिक्यूलाइट – अभ्रकासारखा जलयोजित फेरो – मॅग्नेशियन सिलिकेट खनिजांचा एक गट – जलद तापनाने अगर तीव्र हायड्रोजन पेरॉक्साइडच्या प्रक्रियेमुळे हा फटीच्या काटकोनात विस्तरण पावतो; हा बायोटाइट अगर क्लोराइट आणि काही चिकणमाती-युक्त खनिजाच्या मध्यवर्ती असतो.

व्हेसिक्यूलर – सरंध्र – व्हेसिकल्स या नावाने ओळखला जाणाऱ्या "बुडबुड्यांच्या" छिद्रांचा समावेश असलेला ज्वालामुखी खडक – (ॲमिग्डेलॉइडलशी तुलना करा.)

वेदरिंग – झिजणे – हवेतील घटकांमुळे निर्माण होणारा खडकातील बदल (विघटन आणि विच्छेदन –)

कायांतरित खडकांच्या गुणधर्मांतसुद्धा व्यापक प्रमाणात फरक पडतो. संगमरवरी दगड आणि क्वार्टझाईट सामान्यत: भारी, घनिष्ट व पुरेशा प्रमाणात कठीण आणि बळकट असतात. नीसेस सामान्यपणे फार टिकाऊ आणि कठीण असतात पण शिस्टचे अनिष्ट गुणधर्म त्यात असण्याची शक्यता असते. शिस्टमध्ये अनेकदा पातळ पदर असतात आणि त्यामुळे त्यांचे आकार लादीसारखे होण्याची प्रवृत्ती असते; सामान्यपणे त्यांच्यात बऱ्याच प्रमाणात नरम, अभ्रकयुक्त खनिजे असतात आणि अनेकदा कॉंक्रीटच्या मिलाव्याकरता अवश्य असणाऱ्या शक्तीचा त्यात अभाव असतो. अन्य पक्षी काही शिस्ट पुर्णपणे मिलावा म्हणून उपयोगी पडतात. स्लेटमध्ये वैशिष्ट्यपूर्ण पातळ पदर असतात व हे अनिष्ट असते.

ताज्या बदल न घडलेल्या खडकांचे गुणधर्म झिजण्यासारख्या दुय्यम प्रक्रियांनी जवळ जवळ बदलून जातात; झिजण्यामुळे त्यांचे रासायनिक विघटन आणि भौतिक विच्छेदन होते; अत्यंत बळकट खडकात सुद्धा या प्रक्रियांच्यामुळे शेवटी असंबद्धता निर्माण होते. तसेच भूजलाच्या क्रियेसारख्या अन्य दुय्यम प्रक्रियांच्यामुळे खडकावर लेप बसून अगर संयोजी पदार्थांचा निक्षेप होऊन त्यांच्या मूळ गुणधर्मात बदल होणे शक्य असते. असे पदार्थ स्वत:च हानिकारक असू शकतात अगर त्यांच्यामुळे प्रक्रिया घडणे अधिक अवघड होत असल्याने ते आक्षेपार्ह असतात. या उलट अशा दुय्यम प्रक्रियांमुळे कधीकधी खडक निक्षेपित द्रव्यामुळे अधिक बळकट अथवा कमी छिद्रमय बनणे शक्य असते आणि अशा रीतीने

त्यांच्या मूळच्या असमाधानकारक गुणधर्मात सुधारणा होऊ शकते. अशी उदाहरणे दुर्मिळ असतात. पुढे करण्यात येणाऱ्या स्पष्टीकरणाप्रमाणे खडकाच्या प्रकाराच्या अगर निक्षेपाच्या अहितकारक लक्षणात धुण्यामुळे, निवडक खाणकामामुळे, अगर इतर उपचारांनी सुधारणा करणे संभाव्य असते.

(इ) मिलाव्यांची रासायनिक उपयुक्तता

मिलाव्यातील काही द्रव्यात रासायनिक बदल होतात. ते कधी कधी फायदेशीर असू शकतात पण पुष्कळ वेळा निश्चितच हानिकारक ठरतात. अशा प्रक्रिया विविध प्रकारच्या असतात. त्यात मिलाव्यातील द्रव्य आणि सिमेंटमधील घटक यांच्यातील प्रक्रिया, विद्राव्य द्रव्यांचे द्रावण, झिजण्यामुळे होणारे ऑक्सीकरण आणि सिमेंटच्या सामान्यपणे होणाऱ्या जलयोजनेत अडथळा आणणाऱ्या गुंतागुंतीच्या प्रक्रियांचा समावेश असतो. अवशोषणामुळे आणि निर्जलीभवनामुळे चिकणमातीत होणारी यांची आयतन परिवर्तने भौतिक बदलाची असतात. त्यांचा ह्या संबंधात विचार करावा कारण चिकणमातीतील निरनिराळ्या खनिजांच्या स्फटिकीय रचना आणि रासायनिक बनावटीचा त्यांच्याशी संबंध असतो.

मिलाव्यातील काही द्रव्ये आणि सिमेंटमधील अल्कली यांच्यामधील प्रक्रियांचा विस्तरण, चिराळणे आणि कॉंक्रीटची हानी होणे यांच्याशी, संबंध असतो. ओपल, ऱ्हायोलाइट आणि काही अन्य खडक आणि अन्यथा आक्षेप न घेता येण्याजोगी मिलाव्यातील काही खनिजे लहान प्रमाणात असल्याने अतिशय विस्तरण आणि शीघ्र हानी झाली आहे. ओपल (अनाकारी जलीय सिलिका) हा मिलाव्यातील जास्तीत जास्त प्रक्रियाशील घटक आहे. परंतु अम्लीय आणि मध्यवर्ती ज्वालामुखी खडक हे सर्वांत जास्त महत्वाचे असतात कारण ते सर्वांत जास्त विपुल असतात. अनेक खडकांच्या प्रकारात ओपेलाइन सिलिका गौण घटक म्हणून आढळून येतो अगर त्याचे वाळू अगर कंकराच्या कणांवर लेप अथवा पापुद्रे बनलेले असतात.

सिमेंट – अल्कलीशी हानिकारकपणे प्रक्रिया करणारे खडक आणि खनिजे, हे मध्यम ते उच्च प्रमाणात सिलिका असलेले ज्वालामुखीय खडक असतात. तसेच (बेसाल्टचे काचेसारखे मूलभूत प्रकार सोडून कृत्रिम अगर नैसर्गिक) सिलिकेट काचा; (बहुतेक चर्ट आणि गारगोटी धरून) ओपेलाईन आणि चॅल्सेडोनी खडक; काही फायलाइट, ट्रायडायमाइट आणि काही झिओलाइट हे त्यांचे प्रकार असतात. सामान्यतः ज्ञात प्रक्रियाशील प्रकारासारखे शैलविज्ञान शास्त्राप्रमाणे असणारे अगर कार्याची माहिती अगर प्रयोगशाळेतील प्रयोगांच्या आधारावरून प्रक्रियाशील प्रवृत्ति असण्याची शंका येणारे मिलावे, ज्यात अल्कलीचे प्रमाण कमी आहे अशा सिमेंटबरोबरच वापरावेत. काही उदाहरणात अल्कलीना ($NA_2 0+0.658 K_2 0$) सिमेंटच्या ०.५ पासून ०.६ टक्क्याइतके मर्यादित ठेवून अशा प्रक्रियांची तीव्रता कमी करण्यात येते. झिओलाइट आणि मॉंटमॉरीनोलाइटच्या प्रकाराची

चिकणमातीमय खनिजे धनायन विनिमय प्रक्रियामुळे अल्कलींच्या पुरवठ्यात वाढ करू शकतात.

लोह सल्फाइड, पायराइट आणि मर्कसाइटसारख्या काही सल्फाइड खनिजांचे वातावरणीय आघाताने सहजपणे ऑक्सीकरण होते आणि परिणामी गंजामुळे विद्रुप डाग पडतात आणि बाधित कणांच्या शक्तीचा आणि संसंजनाचा ऱ्हास होतो. तसेच भोवतालच्या कॉंक्रीटच्या आधारद्रव्यात हानिकारक असणारी अम्लीय संयुगे अशा प्रक्रियेमुळे निर्माण होतात. अशा संयुगांच्यामुळे तत्संबंधी प्रक्रिया होतात व स्फोटक संचालन होईल अशी आयतनात वाढ होते. परिणामी लहान स्फोटक आवाज होऊन कोळशाच्या कमकुवतपणामुळे आणि कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागावरील अनिष्ट उपस्थितीमुळे, तसेच गोठण आणि वितळणाला होणारा कॉंक्रीटचा प्रतिरोध कमी होण्यामुळे ही संयुगे आक्षेपार्ह असतात. काही वनस्पतिजन्य द्रव्य आणि ह्यूमससारख्या इतर सेंद्रीय पदार्थांमध्ये सिमेंटच्या जलयोजनाला विरोध करणारी सेंद्रीय आम्ले असतात. सेंद्रिय अपद्रव्यांच्या वर्णमापक परीक्षेतील मानक रंगापेक्षा जास्त काळा रंग निर्माण करणाऱ्या वाळू टाकून द्याव्यात. अस्तित्वात असलेल्या सेंद्रिय द्रव्याचा प्रकार आणि कॉंक्रीटवरील त्याचा विशिष्ठ परिणाम निश्चित करण्याकरता आणखी परीक्षण करणे इष्ट असते. एवढाच अशा निष्कर्षांचा आशय असतो. अवशोषणामुळे आणि निर्जलीकरणामुळे चिकणमाती फुगते आणि संकुचन पावते आणि जेव्हा चुन्याच्या दगडाप्रमाणे खडकातील घटक म्हणून त्या आढळून येतात तेव्हा ह्या अवशोषणाच्या गुणामुळे झिजून विघटन होण्याच्या खडकाच्या संवेदनक्षमतेत बरीच वाढ होते. सल्फेटे, क्लोराइडे, कार्बोनेटे आणि फॉस्फेटे यांच्यासारखी रासायनिक लवणे बऱ्याच भिन्न स्वरूपात मिलाव्यात आढळून येतात. सिमेंट पक्व होण्याच्या सामान्य प्रक्रियात बदल करण्यात अगर त्यात बाधा आणण्यात ह्या पदार्थांतील काहींची रासायनिक प्रक्रिया होते. इतर पदार्थ, कमकुवतपणामुळे अगर त्यांचा विरघळून जाण्याकडे कल असल्यामुळे अनिष्ट असतात. तसेच अशी संगदूषणे निःस्त्रावण आणि प्रस्फुटनाला सहाय्यभूत होतात, आणि जर ती पिष्टमय अगर सूक्ष्म कणांची असली तर त्यांच्यामुळे मिलाव्यातील अनिष्ट गाळमय अंशात वाढ होते.

अत्यंत सूक्ष्म अशा मिलाव्यातील द्रव्यांच्या अंशांचे "गाळमाती" अगर "गाळमाती आणि चिकणमाती" असे सामान्यपणे वर्गीकरण करण्यात येते. अशी द्रव्ये जास्त प्रमाणात वापरू देऊ नयेत कारण मिश्रणातील पाण्याच्या गरजेत वाढ करण्याकडे त्यांचा कल असतो आणि त्यामुळे कमकुवतपणा निर्माण होण्यास अगर शक्ति आणि टिकाऊपणात घट होण्यास ती कारणीभूत होतात. तथापि दळलेल्या प्यूमिस अगर डायटोमेशस मृत्तिकेसारखी काही अत्यंत सूक्ष्म कण असलेली गाळमातीयुक्त द्रव्ये पोझोलानी क्रियेतून क्रियाशीलता, शक्ति, आणि टिकाऊपणा वाढविण्यासाठी कधी कधी वापरण्यात येतात. त्याचप्रमाणे गाळमाती अगर चिकणमाती अशी, क्षेत्रीय वर्गीकरण होण्याची शक्यता असलेल्या सिलिशस द्रव्याचा स्वाभाविक अंतर्भाव लाभदायक ठरण्याचा संभव असतो. उलटपक्षी वाळूच्या कणांचा एक

भाग, मॉटमॉरिलोनाइट प्रकाराची चिकणमाती असलेली वाळू वापरल्याने अतिशय अवपात–हानी होऊन काँक्रीटवर हानिकारक परिणाम झालेला आहे. मिलाव्यात सर्वत्र आढळणारा अभ्रक हा एक संदूषक पदार्थ असतो आणि तो नरम पदर असलेला आणि अवशोषणकारक गुणधर्मी असल्याने आणि भेदक प्रतलांच्या बाजूने विघटनक्षम असल्याने तो काँक्रीटच्या शक्तीत आणि टिकाऊपणात घट होण्यास कारणीभूत होतो म्हणून अनिष्टकारक आहे.

मिलाव्यांच्या कणांवरच्या लेपाच्या स्वरुपात, एकत्र जोडणारे पापुद्रे म्हणून अगर मिलाव्यांच्या निक्षेपातील भिन्न थर म्हणून रासायनिकरीत्या हानिकारक अगर संदूषक पदार्थ भरड अगर सूक्ष्म मिलाव्यात आढळण्याची शक्यता असते. ही संदूषणे रुक्ष अगर अर्धरुक्ष प्रदेशात जास्त प्रमाणात आढळून येतात. जेव्हा असे द्रव्य पिष्ठमय अगर ठिसुळ असते तेव्हा हाताळण्याने कधी कधी ते सुटे होते आणि त्यामूळे त्यातील गाळमातीच्या अंशात वाढ होते. काही चिकणमात्या आणि रासायनिकतया क्रियाशील खनिजे सामान्यत: कठीण, बळकट व रासायनिकतया स्थिर अशा खडकाच्या झिजण्यातून प्राप्त होतात. या कारणास्तव रासा–यनिक दृष्टिकोनातून तसेच भौतिक बळकटपणाच्या दृष्टीने मिलाव्याच्या झिजण्याचे प्रमाण आणि प्रकार यांना महत्व असते.

सामान्यत: गाळ अगर चिकणमातीचे लेप, काही सूक्ष्म सुटे अभ्रक, सहजी विरघळणारी लवणे, आणि हलके सेंद्रिय द्रव्य ही फक्त धुवून काढून टाकता येतात. चिखलाचे गोळे काढून टाकता येतात पण त्याला त्रास पडतो. कोळशाचे कण जर फार भरड नसले तर ते धुवून अगर जर त्यातील कण तुलनेने मोठे असले तर मध्यस्त जाड कण अलग करून कोळसा मिलाव्यातून काढून टाकता येतो. कठीण आणि चिकटून राहणारे लेप आणि पापुद्रे यांच्या बाबतीत त्यांच्यावर गदगदा हलविण्याच्या क्रियेसारखी जोरजोराने अपघर्षणाची प्रक्रिया, त्यांना सुटे करण्याकरता करावी लागते. त्यामुळे चाळून आणि धुवून ते काढून टाकता येतात. यातील काही (प्रकारचे) पापुद्रे योग्य खर्चात काढून टाकता येत नाहीत.

मिलाव्यातील विद्राव्य पदार्थ जर प्रक्रिया करून काढून टाकले नाहीत तर ते मिश्रक पाण्यात विरघळतात व पाणी दूषित करतात. पृष्ठावरील लेप आणि पापुद्रे विशेषत: ते जर सुटे आणि पिष्टमय असतील तर मिश्रण यंत्रात अंशत: निघून जातात; पण सुटया झालेल्या द्रव्याला जास्त पाणी लागण्याच्या आणि त्यात तयार होण्याच्या क्रियेच्या प्रवर्तनी प्रवृत्ती–मुळे सिमेंट आणि मिलाव्यातील बंधात ज्या काही सुधारणा व्हावयाच्या त्यावर पाणी पडते.

२६. पूर्वेक्षण – योग्य अशा मिलाव्याचा शोध घेत असताना हे लक्षात ठेवणे महत्वाचे आहे की, आदर्श द्रव्ये क्वचितच आढळात येतात. एक अगर अधिक आकारांच्या कणांची न्यूनता अगर अतिरिक्तता असणे ही अगदी सामान्य घटना असते; आक्षेपार्ह खडकाचे प्रकार, लेप केलेले आणि संयुजी कण, अगर सपाट अथवा लादी- सारख्या आकाराचे कण अधिकतम प्रमणात आढळण्याचा संभव असतो; चिकणमाती, गाळमाती, अगर सेंद्रिय द्रव्या-मुळे निक्षेप दूषित होण्याची शक्यता असते; अगर झिजण्यामुळे कणांच्या शक्तीत गंभीर

घट होते. शिवाय भूजल परिस्थिती अगर अतिरिक्त अधिमाराभुळे निक्षेपाच्या नजीक काम करण्यात गंभीर अडथळे येतात. दुर्दैवाने निक्षेपाच्या आतील परिस्थितीचे पृष्ठभागावर प्रत्यक्षपणे निरीक्षण करता येत नाही. तथापि भूशास्त्रीय परिस्थिती आणि द्रव्यावर लागू झालेल्या प्रक्रिया समजून घेतल्याने पृष्ठभागावरील निरीक्षणावर आधारित केलेल्या निर्वच–नांची बरीच मदत होते. अनेक वेळा अशा जाणकारीमुळे केवळ वरवर दिसणारी परिस्थिती आणि काहीशा खोलीवर अपेक्षित असलेली परिस्थिती याच्यात फरक करणे शक्य होते. या बाबींच्यावरील अंतिम निष्कर्ष काढण्यासाठी सामान्यतः काटेकोर समन्वेषणाची जरुरी असते, परंतु व्यावहारिकदृष्ट्या शक्य तितकी सुसंबद्ध माहिती पूर्व पाहणीच्या आणि प्रारंभिक समन्वेषणाच्यावेळी घेऊन ठेवावी.

वाळू आणि कंकरातील अनेक आक्षेपार्ह अंगे योग्य प्रक्रिया करुन दूर करता येतात. सूक्ष्म कणातील, आणि वाळूच्या आकारातीलसुद्धा, न्यूनता (दगड) फोडून अगर उपलब्ध संमि–श्रक वाळू वापरून दूर करता येते. हानिकारक गाळ, चिकणमाती अगर सेंद्रीय द्रव्य धुवून काढून टाकता येते. निक्षेपातील आक्षेपार्ह भाग वापरला जाण्याचे टाळण्याकरता निवडक खुदाई करणे हे एक संतोषजनक साधन आहे. प्रकल्पाच्या व्याप्ती आणि अन्य साधनातून संतोषजनक द्रव्ये उपलब्ध होण्यावर प्रक्रियांच्या ह्या अगर अन्य पद्धती वापरणे समर्थनीय होईल अगर कसे हे सामान्यपणे अवलंबून असते. प्रारंभिक समन्वेषणावर वरील विचारांचा प्रभाव पडला पाहिजे. निक्षेपाची सुगमता, कामाशी सान्निध्य, आणि सुकार्यता या बाबी त्याचे मूल्यमापन करण्याकरता विचारात घेणे अवश्य असते.

निक्षेपातून मिलाव्याची राशी किती मिळू शकेल याचा स्थूलमानाने अंदाज करावा आणि संभाव्य गरजांशी त्याची तुलना करावी. पावले घालून क्षेत्राचा स्थूलमानाने अंदाज घ्यावा, नाल्यांचे काठ आणि इतर उघड्या पडलेल्या भागांचे परीक्षण करून द्रव्यांच्या (निक्षेपा–तील) खोली आणि प्रतवारीचा निर्णय घ्यावा. द्रव्याच्या स्वरूपावर आधारित केलेल्या फुकट जाणाऱ्या द्रव्याकरता अंदाजी किती काट करावयाची ही बाब सोडून, जागेवरील एक घ. यार्ड द्रव्यापासून एक घ. यार्ड काँक्रीटला लागणारा मिलावा निर्माण करता येतो असे सामान्यपणे मानण्यात यावे.

२७. **मिलाव्याच्या भावी स्थानावरील प्राथमिक नमुने घेणे आणि तत्संबंधी माहितीचे अहवाल तयार करणे** – डेन्व्हर प्रयोगशाळात तपासणी करण्याकरता लाग–णाऱ्या प्राथमिक नमुन्यांच्या संपादनासाठी वापरण्यात येत असलेल्या पद्धती, संरचनांचा प्रकार आणि अभिकल्पन आणि एकसारखेपण, आकार आणि रचना, अधिभार, भूपरिस्थिती इत्यादींच्या बाबतीतील मिलाव्याच्या निक्षेपांची वैशिष्ठ्ये अशासारख्या बाबींच्यावर बऱ्याच प्रमाणात अवलंबून असतात. मिलाव्यांच्या सर्व संभाव्य मूलस्थानांना लागू पडतील अशा मानकित सूचना तयार करणे अव्यवहार्य असते. जास्तीत जास्त शक्यता असलेल्या आणि काटकसरीच्या वाटणाऱ्या स्थानातून (लक्ष्य – २९०) घ. नं. ५३, डेन्व्हर संघीय केंद्र,

डेन्व्हर, कोलो. येथे पाठवावेत. नमुन्यांचे आकार खालीलप्रमाणे असावेत. खणत्यातून काढलेले वाळू आणि कंकर ६०० पौंड, अथवा ते क्र. ४ ते $\frac{3}{2}$ इंच चाळण्यातून चाळले असल्यास २०० पौंड आणि निर्माण झालेल्या आकारांचे प्रत्येकी १०० पौंड. फोडलेल्या मिलाव्याकरता योजलेल्या खाणीतल्या खडकाच्या नमुन्याचा आकार ४०० पौंड असतो. (अ) व (आ) या उपपरिच्छेदात मागितलेली माहिती असणारे पाठवणीपत्र नमुन्याच्या प्रत्येक गठ्ठ्याबरोबर पाठवावे. पत्रात नमुने पाठविण्याचा उद्देश नमुद केलेला असावा, जसे कॉंक्रीटच्या मिलाव्याकरता, निस्यंदक द्रव्याकरता अगर पारगम्य भरावाकरता. पत्राची नक्कल नमुन्यांच्या बरोबर असावी.

(अ) वाळू आणि कंकराचे निक्षेप – बिन व्यापारी निक्षेपातून घेतलेल्या खाणीतल्या प्रातिनिधिक द्रव्यांचे नमुने उघड्या पृष्ठभागावरून अगर चर अथवा खणत्यातून योग्य स्थानावर खोदलेले असावेत. व्यापारी स्थाने अगर अन्य स्थाने, जेथे चाळून घेण्याच्या सुविधा उपलब्ध असतात, तेथील नमुने घेताना निरनिराळ्या आकारांचे व्यक्तिगत नमुने संपादन करणे इष्ट असते.

अन्वेषण केलेल्या प्रत्येक आशादायक बिनव्यापारी निक्षेपासंबंधी खालील माहितीची, मिलाव्यांच्या स्थानाची निवड अगर त्यास मान्यता देणे आणि विनिर्देश तयार करण्याकरता, मदत होते.

(१) निक्षेपाची मालकी

(२) विभाग, गावठाण अगर सीमेसंबंधी नकाशावर दाखविलेली निक्षेपाची जागा

(३) निक्षेपाचा प्रकार प्रदेशवर्णनाचे स्वभावचित्र आणि झाडेझुडपांचे वर्णन

(४) निक्षेपाची ढोबळपणे अंदाजित केलेली राशि आणि सरासरी खोली आणि सरासरी अधिभार; तसेच चढ उतारासंबंधी टिप्पणीसह भूजल पातळी

(५) नमुन्यात समाविष्ट असलेल्या कमाल आकारापेक्षा जास्त मोठ्या असलेल्या द्रव्याची टक्केवारी

(६) मुख्य रस्त्यांपासून प्रवेश देणारे रस्ते

(७) मिलाव्यापासून जर कॉंक्रीट केले असेल अगर आसपासच्या स्थानातील तत्सम मिलाव्यापासून कॉंक्रीट केले असेल तर अशा कॉंक्रीटच्या वापराचे इतिवृत्त

(८) उपयुक्त अगर गरज असणारी अन्य माहिती आणि छायाचित्रे

व्यापारी वाळू आणि कंकराच्या निक्षेपांच्या आणि दगडांच्या खाणींच्या करता, ज्या साधनसामुग्रीने सुसज्ज असतात अशा जागांच्याकरता खालील माहिती घेणे इष्ट असते.

(१) चालकाचे नांव व पत्ता
निक्षेप कार्यान्वित नसेल तर मालकी अगर नियंत्रणासंबंधी निवेदन

(२) निक्षेप आणि यंत्रसामुग्रीची जागा

(३) यंत्र सामुग्रीचे आयुष्य; जर चालू नसेल तर ती केव्हापासून बंद ठेवली ती

अंदाजी तारीख

(४) परिवहनातील सुविधा आणि अडचणी

(५) निक्षेपाचा विस्तार

(६) यंत्रसामुग्रीची क्षमता आणि (मालाचे) साठे

(७) खोदकामाच्या, परिवहनाच्या, फोडण्याच्या, चाळण्याच्या, धुण्याच्या, प्रतवारी करण्याच्या आणि भारण करण्याच्या उपकरणांच्या, प्रकार आणि परिस्थितीसह, यंत्रसामुग्रीचे वर्णन

(८) यंत्रसामुग्रीपासून तयार होणाऱ्या द्रव्यांच्या निरनिराळ्या आकारांची अंदाजी टक्केवारी

(९) आगगाडीने पाठविण्याच्या ज्या काट्यावर द्रव्यांची वजने केली जातील त्या काट्यांची जागा

(१०) जागेवरची द्रव्याची यानावर चढवलेल्या स्थितीत (F. O. B.) अंदाजी किंमत

(११) यंत्रसामुग्रीच्या निपजेचे प्रमुख वापरदार

(१२) संरचनेचा प्रकार आणि आकार, मिश्रणांतील प्रमाणे, वापरण्यात आलेल्या सिमेंटचा प्रकार आणि कॉंक्रीटची प्रत यांचा समावेश असलेले मिलाव्यापासून तयार केलेल्या कॉंक्रीटचे वापर

(१३) इतर सुसंबद्ध माहिती

(आ) **दगडाच्या भावी खाणी** – खाणीतील अगर अविकसित दगडांच्या रचनांचे नमुने घेणे कधी कधी जरुरीचे असते. जेथे तयार द्रव्यांचा साठा केलेला आहे अशा चालू असलेल्या अगर बंद पडलेल्या मिलाव्याच्या खाणीचे नमूने घेण्याकरता प्रारंभिक अन्वेषणात असणाऱ्या गरजा. व्यापारी रेती आणि कंकराकरता लागणाऱ्या गरजांच्या सारख्याच असतात.

अविकसित अश्मरचनेतून नमुने अतिशय काळजीपूर्वक घेतले पाहिजेत म्हणजे निवडलेले द्रव्य शक्य तितक्या जास्तीत जास्त व्यापकतेत निक्षेपाचे वैशिष्ठ्यपूर्ण नमुने होतील आणि त्यात खडकाच्या प्रकारातील महत्वपूर्ण वैचित्र्यांचा समावेश झालेला असेल. प्रातिनिधिक नमुने प्राप्त करणे अवघड असते. ज्या क्षेत्रातून द्रव्य घेणे शक्य आहे ते क्षेत्र अधिभारामुळे मर्यादित होते आणि निक्षेपातील बऱ्याचशा भागाची खरी लक्षणे त्यामुळे दुर्बोध होतात. तसेच निक्षेपाच्या आतील भागापेक्षा पृष्ठभागावरील दृश्यांश अनेकवेळा जास्त झिजलेले असतात. जमिनीवर गोळा केलेल्या सुट्या कपच्यांतून अगर दृश्यांश्यांच्या झिजलेल्या बाहेरच्या पृष्ठभागातून घेतलेले नमुने क्वचितच प्रातिनिधिक असतात. बाहेरील पृष्ठभाग फोडून अगर जरुर तर चर खणून, स्फोट करून, अगर गाभावेधन करून जास्त ताजे द्रव्य काढून घ्यावे.

अविकसित आधार शैलांच्या रचनेतून नमुने घेताना काही भूशास्त्रीय बाबींचा विचार

करणे समर्पक असते. वालुकाश्म, चुनादगडांसारख्या स्तरमय निक्षेपात उर्ध्व दिशेकडील एकरुपतेचे मूल्यमापन केले पाहिजे कारण एकावर एक असणारे थर पुष्कळवेळा अतिशय भिन्नधर्मी असतात. स्तरमय रचनांच्या नतीचाही विचार केला पाहिजे कारण पृष्ठभागावरील उताराच्या अनुषंगाने स्तराच्या नमनामुळे क्षेत्राच्या निरनिराळ्या भागात पृष्ठभागावर भिन्नभिन्न थर जमतात. अनिष्ट द्रव्याचे विभाग अगर थर अस्तित्वात असण्याच्या शक्यते–कडेही लक्ष दिले पाहिजे. चिकणमाती अगर शेलचे थर अगर शिवणी इतक्या मोठ्या अगर प्रचलित असतात की त्यामुळे निवडक खाण कामाची, अतिरिक्त अपव्ययाची अगर विशेष प्रकारच्या प्रक्रियेची आवश्यकता असते.

भावी खाणीच्या अन्वेषणाचा अहवाल तयार करताना जी माहिती लागते ती ह्या परिच्छेदांत पूर्वी वर्णन केलेल्या माहितीप्रमाणेच असते. अधिभाराची जाडी अगर एकसारखेपणा, भूजलीय परिस्थिती, आणि कार्यवाहीकरता उपलब्ध असणारे क्षेत्र यासारखी निक्षेपाची सुगमता अगर सुकार्यता यांच्याशी संबंध असलेल्या निरीक्षणीय परिस्थितींची वर्णने तयार करणे इष्ट असते. जर अधिक क्षेत्रीय अन्वेषणाची जरुरी असेल तर डेन्व्हर प्रयोगशाळांतून तत्संबंधी खास मागणी केली जाईल.

(आ) मिलाव्यांच्या नैसर्गिक थरांचे समन्वेषण

२८ – सामान्य क्रियापद्धती – प्रारंभिक अन्वेषणांचे निष्कर्षामुळे जर मिलाव्याच्यावर स्थानातील वाळू आणि कंकराच्या अनेक अविकसित निक्षेपांची निवड मर्यादित होत असेल तर सगळ्यात जास्त आशादायक निक्षेपांचे (अगर त्यांच्या तुलनात्मक गुणधर्मांविषयी प्रश्न असेल अगर एकापेक्षा जास्त स्थानांचा उपयोग करणे उचित असेल तर निक्षेपांचे) समन्वेषण करण्यात येते आणि पोलादी वेष्टनित सूचिकांच्या सहाय्याने उघड्या चाचणी गर्तातून अगर चरातून तेथील नमुने घेण्यात येतात. राजरस्त्यांच्या अगर रेल्वेमार्गाच्या चरात अगर दऱ्यांच्या बाजूने जेथे निक्षेप उघडे पडलेले असतात तेथे कमी खुदाई करावी लागते. वापरावयाच्या पद्धती, स्थानीय प्रदेशवर्णन, निक्षेपाचे क्षेत्र, आकार आणि खोली, भूजल परिस्थिती, मोठ्या खडकाची व्यापकता आणि काटकसरीवर परिणाम होणाऱ्या बाबींच्या विचारावर अवलंबून असतात. निक्षेपाची समरूपता आणि व्यापकता यांच्याशी सुसंबद्ध अशी अंतरा–अंतरावर परीक्षा खुदाईची विभागणी करावी आणि त्यांची संख्या कमीत कमी पण परिणामक राहील अशी ठेवावी. उपलब्ध असलेल्या द्रव्यांची राशी आणि गुणधर्माचा अचुक अंदाज करता येईल इतके पुरेसे प्रातिनिधिक नमुने घेता यावेत, प्रक्रियांची कामे काय काय करावी लागतील आणि कामात सगळ्यांत जास्त उपयुक्त कॉंक्रीटची मिश्रणे कोणती होतील याचे पूर्वकथन करता यावे, आणि मक्ता घेणाऱ्याना आणि बांधकाम चालू असताना कामावरील कामगारांना माहिती पुरवणे, हे (त्यातील) प्रमुख उद्दिष्ट असते.

२९. समन्वेषी खुदाई–(अ) पोलादी वेष्टण असलेल्या परीक्षा सूचिका – जेव्हा पूर्वेक्षण करण्यात येणारी जागा फार मोठ्या खडकापासून उचित प्रमाणात मुक्त असते तेव्हा

पोलादी नळी अगर वेष्टनिका घुसवून त्यातून स्तंभसूचिकेत वरम्याने अगर अन्य उपायांनी नमुने घेऊन वेळ व पैशाची बचत करावी. वेष्टनिकेमुळे वाळू आणि कंकर पोखरण्यास आणि सूचिकेच्या तळात गरंगळत जाण्यास प्रतिबंध होतो. अधिक काटकसरीचे उपाय योजता येत नसतील तर जेथे जेथे व्यवहार्य असेल तेथे ही पद्धत वापरावी. सहज हाताळता येतील इतके वेष्टनिकेचे भाग अखुड असावे आणि (जमिनीत) घुसविण्यास सुलभ व्हावे म्हणून जोडांच्या बाहेरील भाग पुरेसा गुळगुळीत असावा. नमुने घेतल्यानंतर जर वेष्टनिका बाहेर काढावयाची असेल तर पेचांच्या अगर पाशबद्ध जोडांची जरुरी लागते. भारित मंच वेष्टनिका घुसविण्यास अपुरी पडत असल्यामुळे जर ती हातोड्याने ठोकून घुसविणे अवश्य असेल तर त्यावर भारी चालनवांगडी बसविली तर वेष्टनिकेस हानि पोचणार नाही. वरम्याने हाताळता न येणारा दगड काढण्याकरता त्रिशूली मत्स्यहरण उपकरण अवश्य असते.

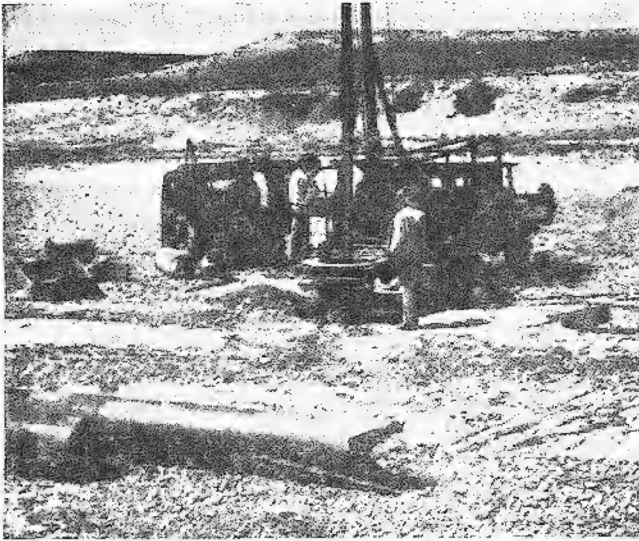
६ इंची वेष्टनिकेतून ४ इंची वरम्याने नमुने काढून घेतले गेलेल्या वेष्टनिकेच्या सहाय्याने पार्कर धरणावरील सूक्ष्म संमिश्रक वाळूच्या निक्षेपाचे समन्वेषण केले होते. टेक्सासमधील कोलोरॅडो नदीच्या प्रकल्पातील बूचानन आणि इंक्स धरणावर वापरण्याकरता प्रस्तावित केलेल्या सूक्ष्म संमिश्रक वाळूच्या समन्वेषणाच्या वेळी ३ ते ९ फूट खोलीच्या ५१ वेष्टनित सूचिका अगदी थोडा वेळ घुसविण्यात आल्या होत्या. वेष्टनित सूचिकामधून घेतलेले नमुने हाताळण्याची आणि त्यावरील उपचाराची योजनाबद्ध कार्यपद्धती व परिच्छेद २९ (इ) मध्ये वर्णन केलेली परीक्षा–गर्तातील नमुन्याबद्दलची पद्धती एकच आहे. फरक इतकाच की, वेष्टनित सूचिकांतून घेतलेल्या नमुन्यात खोदलेल्या द्रव्यांची संपूर्ण राशी असते.

शास्ता धरणावर मिलाव्यांच्याकरता केलेल्या समन्वेषणाच्या वेळी जेव्हा कॉटन वुड खाडीतील निक्षेपातील परीक्षागर्तांच्या तळाशी पाणी आढळून आले तेव्हा (५० टक्के वाळू आणि ४$\frac{1}{2}$ इंचापेक्षा मोठाल्या थोड्या दगडांचा समावेश असलेल्या) द्रव्याच्या संपूर्ण खोलीचे वेष्टनित सूचिकांच्या सहाय्याने समन्वेषण केले. त्यावेळी कूपवेधनासारखे उपकरण वापरून परीक्षा–गर्तेच्या तळापर्यंत ह्या वेष्टनित सूचिका घुसविण्यात आल्या होत्या. सुरवातीला व कठीण जागांवर मथनावेधक व बाकीच्या जागी चालन भार वापरून हे वेष्टन खाली उतरविण्यात आले. चूषण दट्ट्याने आणि खालच्या टोकाशी बसविलेल्या संभरण झडपेने सज्ज अशा उपसा–साधनाने खालच्या द्रव्यांचे नमुने घेण्यात आले.

नरम जमिनित १८ ते ६० इंच व्यासाची वेधने घेण्याकरता प्रामुख्याने अभिकल्पन केलेल्या गाड्यावर बसविलेल्या परिभ्रामी वेधन यंत्राचा, ग्केन कॅनियॉन धरणावर (वापरण्याकरता) मिलाव्याचे साधन म्हणून, प्रस्तावित केलेल्या निक्षेपाच्या अन्वेषणाकरता उपयोग करण्यात आला. भूजल पातळी खालील द्रव्याच्या अस्थिर अवस्थेमुळे अशा उपकरणाचा उपयोग करावा लागला. असे यंत्र आ. ३६ मध्ये दाखविले आहे. दोन अरीयद्वारे आणि त्यांच्याखाली लांबविलेल्या खननपाती असलेल्या ३० इंची बारडीच्या सहाय्याने भूजलापर्यंत सूचिकांचे वेधन करण्यात आले. या उपकरणाने ५ इंच व्यासापर्यंतचा दगड हाताळण्यांत

आला'. भूजल पातळीच्याखाली २० इंची वेष्टनिकेच्या आंतल्या बाजूस काम करणाऱ्या १८ इंची बारडीचा उपयोग करण्यांत आला. या लहान बारडीला एक द्वार होते व त्याच्या योगे हे उपकरण ५ इंच व्यासापर्यंतचा दगड हाताळू शके. दोन्ही बारडयांना प्रत्येक द्वारा-वर जाड रबरी झडप होती व त्यामुळे द्रव्य आतल्या बाजूस जाऊ शकत होते पण जेव्हा भारित बारडी वर उचलण्यात येई तेव्हा द्वार बंद करण्यात येई. "केली" दंडाच्या वजना-खाली वेष्टनिका फिरवून खाली ढकलण्यात येई. बारडीने खोदणे आणि वेष्टनिका बसविणे ही कामें ज्यावेळी एकामागून एक करण्यात येत त्यावेळी वेष्टनिका तळाच्या शक्य तितकी जवळ ठेवण्यात येई. जसजशी खोदकामात प्रगती होई तसतसे वेष्टनिकेचे तीन फुटी तुकडे जोडण्यात येत. या उपकरणाने वेष्टनिकेच्या बाजूवरील दाब यंत्राच्या परिभ्रामक क्षमतेच्या पेक्षा जास्त होईपर्यंत अगर द्रव्याचा अतिकठीण थर लागेपर्यंत सूचिका खोदणे शक्य असते

आ. ३६ – मिलाव्याच्या निक्षेपांचे समन्वेषण करण्याकरता वापरण्यात येणारे परिभ्रामी खनित्र. अग्रभागी २० इंची वेष्टनिका असून तिच्या आतील बाजूत भूजल पातळीखाली वेधन करण्याकरता एक १८ इंची बारडी वापरली होती. PX - D - 32042



कॅनिऑन फेरी धरणावरील समन्वेषणाच्यावेळी एक काहीसे कल्पक "गाभा फावडे' अभिकल्पित केले होते आणि कोरडया करता न येणाऱ्या वेष्टनित परीक्षा-सूचिकांतील मिलाव्यांचे (सूक्ष्म रेती, कंकर, आणि मोठे गोटे) नमुने मिळविण्याकरता त्याचा उपयोग करण्यात आला. आ. ३७ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे हे उपकरण केली दंडास बांधण्यात येते

आणि फावड्याला जोडलेल्या दोराने त्याचे नियंत्रण करण्यात येते. हे उपकरण वेष्टनिकेत उतरविण्यात येते आणि फावड्याची पूर्ण पक्कड बसताच दोरातून त्याची सूटका होते, ते पाठीमागे कलंडते, आणि त्यामुळे परीक्षा–सूचिकेतून प्रातिनिधिक नमुना प्राप्त होतो.

आ. ३७ – निर्जल करता न येणाऱ्या वेष्टनित परीक्षा–सूचिकातून मिलाव्यांचे प्रातिनिधिक नमुने मिळविण्याकरता वापरण्यात येणारे " गाभा फावडे " PX - D – 32043



(आ) अवेष्टनित परीक्षा–सूचिका – जेथे जमीन योग्य आहे आणि विपुल पाणी पुरवठा उपलब्ध आहे अशा विशिष्ट उदाहरणात वेधनाची प्रतिवर्ति प्रवाहपद्धती वापरून भूजल प्रतलाखालच्या मिलाव्याच्या निक्षेपाचे समन्वेषण करणे शक्य असते. ३० इंची व्यासाचा मथना बिट वापरण्याची ही पद्धती (आ. ३८), ग्लेन कॅनिऑन धरणात वापरून प्रस्तावित केलेल्या निक्षेपातील उपलब्ध असलेल्या गोट्यांची टक्केवारी आणि निक्षेपाची खोली निश्चित करण्याकरता, मक्तेदाराने निवडली होती.

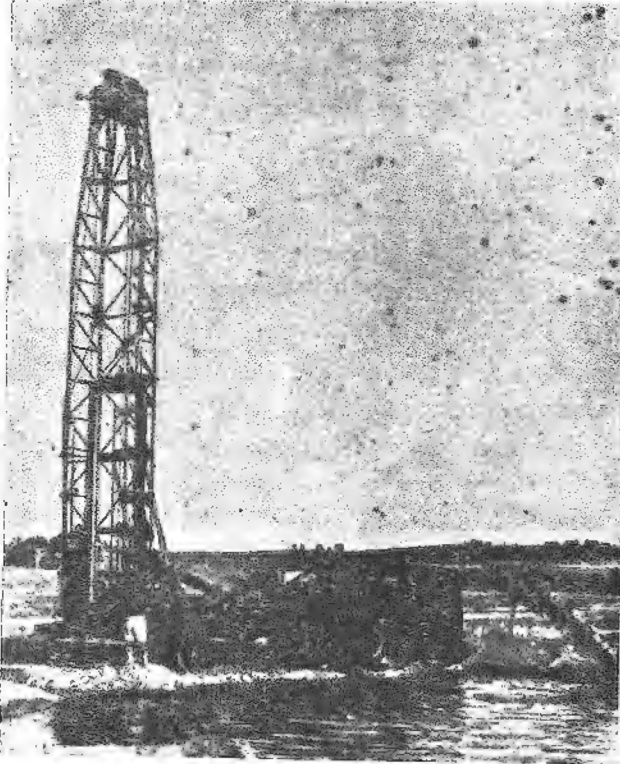
प्रत्यक्ष प्रवाहपद्धतीमधील उणीवा भरून काढण्याकरता ही प्रतिवर्ति प्रवाहपद्धती विकसित करण्यात आली. या पद्धतीत वेधन दंडाच्या आत जोराने पाणी सोडले जाते आणि वेधन दंडाच्या बाहेर भूजल पृष्ठावरून ते वाहून जाते अगर त्यात परत जाते. दुसऱ्या उदाहरणात जर मथनाबिट वापरले तर सूचिका पोखरून जाऊ नये म्हणून तिच्या संपूर्ण खोलीकरता सामान्यतः वेष्टनाची जरुरी असते. प्रतिवर्ति प्रवाह पद्धतीत अनेकदा सूचिकेच्या वरच्या बाजूस आन्तर्भौम जलस्तराच्या ८ ते १० फूट वर जलस्थैतिक शीर्ष टिकून राहते व त्यामुळे पोखरून जाण्यास प्रतिबंध होतो. यामुळे वेधन दंडाच्या बाहेरच्या बाजूंच्या भोवताली एक जलस्तंभ तयार होतो जो सूचिकेतील द्रव्यासह वेधन दंडाच्या तळाशी अंतःक्षेपित केलेल्या

वायूशी मिसळून जातो आणि वेधन दंडाच्या मध्यातून वर पंप केला जातो. सुचिकेच्या माथ्यावरील विशिष्ट परिस्थिती सोडल्यास सामान्यतः वेष्टनिकेची गरज लागत नाही. प्रतिवर्ती प्रवाह पद्धती वापरून, वेष्टनित सूचिकेने अगर प्रत्यक्ष प्रवाह पद्धतीने, विशेषतः जर स्थिर सूक्ष्म मिलाव्यात आणि वाळूत वेधन करावयाचे असेल तर ज्या वेगाने वेधन करणे सामान्यपणे शक्य असते त्यापेक्षा जास्त अलद गतीने परिक्षा सूचिकांचे वेधत करता येते.

ग्लेन कॅनिऑन येथें सूचिकांचे आयतन संगणित करता यावे म्हणून वेधन सूचिकांचा व्यास मोजण्याकरता कॅलिपर वापरून खणतीतील गोट्यांच्या टक्केवारीचे बरेचसे एकसमान अंदाज प्राप्त करण्यात आले. आतला व्यास ६ इंच असलेला वेधन दंड आणि ६ इंच व्यासाची प्रस्त्राव नलिका वापरण्यात आली. दोन कुंडात हा प्रस्त्राव जमा केला. प्रत्येक कुंडाचे आयतन १५० घ. फु. होते. ही कुंडे अपुरी पडली कारण पस्त्रावाच्या उसळण्यामुळे वाळू आणि सूक्ष्म कण अतिशय प्रमाणात फुकट गेले. जर वाळू आणि सूक्ष्म कण पात्रात राहतील अशी मोठी रोधक पात्रे वापरली असती तर मिलाव्याच्या प्रतवारीचे संपूर्ण अन्वेषण करता आले असते. वेधन दंडातून प्रस्त्राव नलिकात जाऊ शकणार नाही असे मोठे द्रव्य त्याच वेधनयंत्राने चालविलेल्या ऑरेंजपील बारडीच्या सहाय्याने पुन्हा प्राप्त केले आणि नमुन्यात मिळविले. या कार्यवाहीमुळे वेधनवेग मंद झाला. पवनोढ वाळूचे थर काही प्रमाणात पोखरले गेले आणि त्यामुळे एकसारखा व्यास टिकविण्याच्या कार्यातील अडचणीत भर पडली. सूचिकेचा व्यास एकसारखा नसला तर त्यामुळे मिलाव्याच्या निक्षेपातील गोट्यांच्या टक्केवारीचा अंदाज करण्याच्या पद्धतीतील अचूकता कमी होते. तथापि प्रतिवर्ती प्रवाह पद्धतीमुळे सुलभतेने परीक्षा–सूचिका सामान्यपणे वेधन करता येतात व त्यामुळे सूचिकांना वेष्टन घालण्याची गरज न लागता अनेक स्थानावरील निक्षेपांचे जलद समन्वेषण करणे शक्य होते. हे लक्षात घेता या पद्धतीतील वरील उणीवांची बऱ्याच प्रमाणात भरपाई होते.

(इ) परीक्षा गर्ता

मिलाव्याच्या निक्षेपात पुष्कळ वेळा मोठ्या आकाराच्या दगडांच्या बऱ्याच राशी असतात व त्यामुळे योग्य आकाराच्या वेष्टनिका वापरण्यास अडथळा येतो. अशा वेळी परीक्षा गर्ता खोदण्याची गरज पडते. अनेक उदाहरणांत परीक्षा–गर्तांचे यंत्रचलित खोदकाम करून बराच वेळ आणि पैसा वाचविता येतो. बुलडोझर, क्लॅमशेल अथवा ड्रॅगलाईनी फायदेशीरपणे वापरण्यात आल्या आहेत. सामान्यतः १५ ते ३० फूटांपेक्षा खोली जास्त असल्यास या पद्धती उपयोगी पडत नाहीत; किती चांगल्या प्रकारे द्रव्य स्थिर राहील यावर कमाल खोली अवलंबून असते. हाताने खोदलेल्या आणि परिवेष्टित खणत्यातल्याप्रमाणे जरी यंत्रचलित खोदकाम केलेल्या खणत्यांतून तितक्याच काटेकोरपणे नमुने घेणे अशक्य असले तरी निक्षेपातील द्रव्यासंबंधी अशा खणत्यामधून सामान्यतः चांगली कल्पना जरूर येते आणि निक्षेपाचे अधिक बिनचूक मूल्यमापन करण्याकरता एक अगर अनेक सूचिका हाताने



आकृती ३८ – उलटे फिरणारे परिभ्रामी वेधनयंत्र. कार्यवाही करता लागणारा डोझरने तयार केलेला जलाशयाचा बांध – [Px-D—34368]

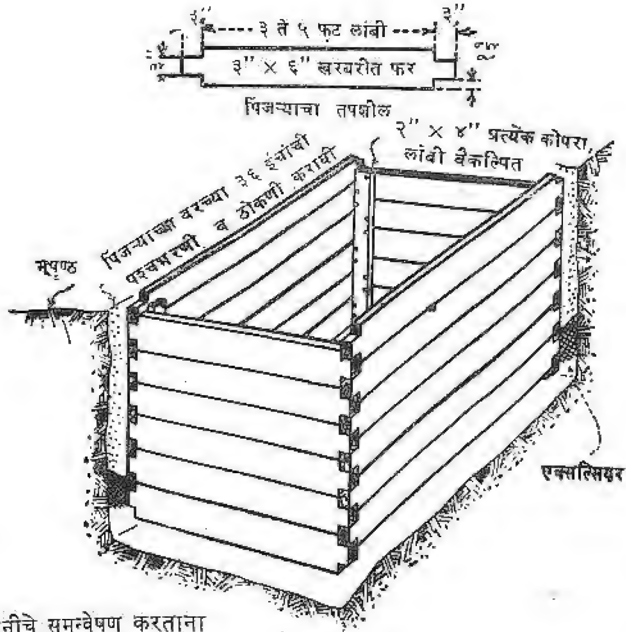
खोदणे केव्हा इष्ट आहे याची कल्पना येते. हाताने खोदण्याच्या खणत्या तळाशी सुमारे १६ चौ. फू. असाव्या आणि त्यात परिवेष्टनाची आणि बंधनांची तरतूद करावी. ४ फूट चौरस खोदलेल्या सूचिकेतल्या पेक्षा हाताने खोदलेल्या ३ × ५ फूट सूचिकेत काम करणे जास्त सुलभ असते.

खणतीच्या एकूण खोलीची निश्चिती आगाऊ करता येत नाही आणि प्रभारी अभियं–त्याच्या निर्णयशक्तीवर ते अवलंबून असते. खणतीच्या बाजूवर पडलेल्या द्रव्याने नमुने दूषित होऊ नयेत म्हणून काळजी घ्यावी. खोदकाम चालू असताना सूचिकेचा तळ बराचसा समतल आणि पूर्ण आकाराचा ठेवावा. प्रत्येक उभारातून जे द्रव्य काढले गेले त्यात निक्षेपातील तदनुरुपी भाग, राशी आणि गुणधर्म या दोन्ही दृष्टीने प्रातिनिधिक असावा हा उद्देश असतो. अ. ४० वरील टिप्पणीप्रमाणे जेथे खोलीबरहुकूम ठळक फरक

पडत नाही तेथे प्रत्येक उभाराची खोली ५ फूट असावी. अन्यथा आ. ४१ मधील माहिती-वरून सुचविल्याप्रमाणे जुळणाऱ्या प्रतवारीतीतील फरकाशी अगर द्रव्याच्या प्रकाराशी उभाराच्या खोल्या ठेवाव्या.

तुलनेने उथळ असणाऱ्या परीश्रा गर्ताच्याखेरीज अन्य गर्तांत पिंजऱ्याच्या फळ्या ३ इंचापेक्षा कमी नाही अशा अंदाजी जाडीच्या असाव्या. सुरक्षेची खात्री राहण्याकरता जरूर तेथे जास्त जाडीच्या फळ्या वापराव्या. रुंदी ६ इंच ठेवणे सोयीचे होते. खणती सरळ राहील अशी खात्री होण्यासाठी पिंजऱ्याचे भाग समतल ठेवावेत. सुट्या द्रव्यात (१) खणत्यांच्या भिंती आणि पिंजऱ्यामधील अंतर किमान ठेवावे, (२) ते गवत अगर भुश्याने गच्च भरून टाकावे आणि पिंजऱ्याच्या तळातील परिसर खणत्याच्या तळाच्या सन्निकट ठेवावा. पिंजऱ्याचा तपशील आ. ३९ मध्ये दाखविला आहे.

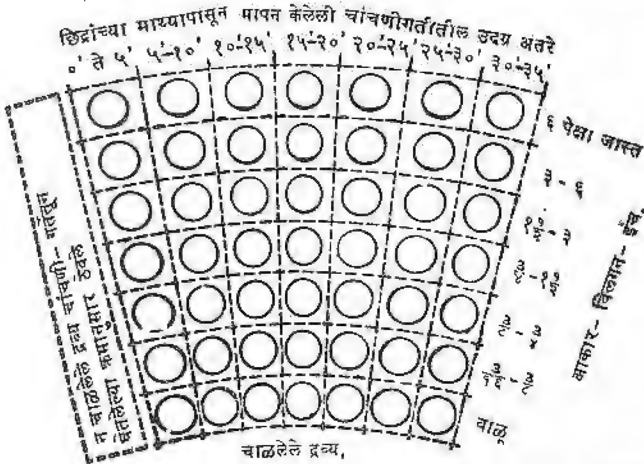
जर (खणतीत) पाणी लागले तर (ते काढून टाकण्याकरता) कार्यक्षम पंपाच्या योजनेची आवश्यकता असते. सहज हलविता येणारे, पेट्रोलवर चालणारे, स्वयं अपक्रामणी अपकेंद्री पंपांचे अनेक लहान संच बाजारात मिळतात. पंपाच्या प्रस्त्राव द्वारापेक्षा चूषण-



भुसभुशीत जमिनीचे समन्वेषण करताना पिंजरा आणि चाचणी-गर्तांच्या भिंतींच्या मधील जागेची एक्सलसियरने पश्चभरणी करावयाची असते.

आकृती ३९ – चाचणी गर्तेतील पिंजरा बांधणी

नलिका $\frac{१}{२}$ इंच मोठी असणे आणि १५ फूटापेक्षा जास्त लांब नसणे इष्ट असते. या लांबीवरील मर्यादेमुळे १२ फुटांच्या अंतराने पिंजऱ्याला जोडलेल्या चौकटीवर खणतीत पंप बसवावा लागतो. खणतीत पेट्रोलचे इंजिन बसविले असेल तर निकास वायू नळीतून खणतीपासून बराच दूर नेऊन सोडावा लागतो.



आकृती ४० – चाचणी गर्तेतून काढलेले योग्य प्रकारे रचलेले वाळू आणि कंकर यांचे ढीग. अशा रचनेने नमुने घेणे आणि (त्यांची) तपासणी करणे सुलभ होते. 298-D-125

आ. ४२ व ४३ मध्ये अनुक्रमें कोलंबिया घाटी आणि हंग्री हॉर्स प्रकल्पातील परीक्षा-गर्तांची कार्यवाही दाखविली आहे. आ. ४३ मधील विशेष चित्तवेधक बाबी जिच्यामुळे सुटा झालेला दगड खणतीत पडण्यास अटकाव होतो अशी गळपट्टी, सुरक्षा दोर, कठीण सुरक्षा पट्टे आणि टोप्या आणि संकेत संहिता फलक या आहेत. या सर्व बाबी खणत्यातील कार्यवाहीत सुरक्षितता असावी या करता आवश्य आहेत. यांच्या रूपरेखा रेक्लमेशन सूचना-श्रेणी ५९० मध्ये दिल्या आहेत.

आ. ४१

चाचणी गर्तेतून समन्वेषण केलेल्या आधार सामुग्रीची नोंद करण्याचा एक योजनाबद्ध आणि समर्पक नमुना–

७-१३२४

युनायटेड स्टेटस
डिपार्टमेंट ऑफ दि इंटीरिअर
ब्यूरो ऑफ रेक्लमेशन

परीक्षा गर्तेतून काढलेल्या मिलाव्याची प्रतवारी

प्रकल्प कोलोरॅडो नदीवरील जलाशय — घटक — गुलेनकॅनिअॉन शाखा — — — — —
निक्षेप ———वाहवीप — — — वर्णन बहुधा वाहवीप खाडीत साचून राहिलेले
निक्षेपाची जागा — वाहवीप खाडी — — — — — — — — वेदिका निक्षेपांचे अवशेष
परीक्षा गर्ता क्र. — — १०९ — — — आकार पृष्ठतलावर २०५० मापाची ड्रॅगलाईन खुदाई
"०" पासून रेषेच्या अनुप्रवाही दिशेने केंद्र १२+५०

खनिनिष्ठिक द्रव्य	चाळणीची द्वारे	चाळणी विश्लेषण (चाळणीवर) राहिलेली (प्रत्येक आकाराची) टक्केवारी — परीक्षा गर्तेची खोली (फूट) ० ४.५		४.५ ८		८ १३		१३ १८		१८ २२			
नमुन्याचे वजन पौंड				१३१९		१९८५		१६६२					
मिलावा	६-इंच	नाही		०		०		०		नाही			
	३-इंच	नमुना		१०		७		६		नमुना			
	१ १/२-इंच	सूक्ष्म		२६		१८		२१					
	३/४-इंच	वाळू		२७		२९		२१					
	३/८-इंच	आणि		२०		२७		३०					
	३/१६-इंच	कंकर		१७		१९		२२					
	टक्केवारी			७६		६२		६९					
वाळू	नमुना क्र.			१	२	१	२	१	२				
	क्र. ८			२८	२९	२१	२१	२५	३२				
	क्र. १६			१९	२१	११	११	१३	२२				
	क्र. ३०			१०	१०	९	९	७	७				
	क्र. ५०			१५	१५	२३	२३	१९	१६				
	क्र. १००			२०	२०	२८	३०	२३	१६				
	तळ (Pan)			८	५	८	६	१३	७				
	टक्केवारी			२४		३८		३१					

चाचणी घेण्याच्या सर्व चाळण्यातील द्वारे चौरस असावीत, जर अन्य आकार-
पृथक्करणे केली असतील तर चाचणी घेण्याच्या चाळण्यांच्या द्वारांच्या आकाराचा निर्देश करावा.
वाळू मधील सेंद्रिय द्रव्य, नरम दगड, टोळ, चिकण माती, मातीचे गोल ढवर
लपेटलेली द्रव्ये, मिश्रविनाशय, अभ्रक अगर अन्य हानिकारक द्रव्यांचे अस्तित्वाचा निर्देश
करावा भूतल पातळी आणि द्रव्यातील सामान्य आर्द्रावस्था यासंबंधी तसेच अन्य सुसंबद्ध
माहितीचा निर्देश करावा जरूर पडल्यास या तक्त्याची मागील बाजू वापरावी.

८-० फूट पंप वापरला आणि अंतर्भूमि जलस्तराखालील नमुना घेण्याचा
अंतर्भूमि - जलस्तर. — — — — — — — — — — — — प्रयत्न केला
ड्रॅगलाईन बादली वापरून नमुना घेतला. — — — — — — — — —
सूचिका खोली २२ फूट. — — — — — — — — — — — —
क्र.१ चा वाळूचा नमुना बिनधुतलेला व क्र.२चा धुतलेला होता. — —
सेंद्रिय चाचणी समाधानकारक होती. गाळमाती १% (वदसंज्ञा १४).
२२ फुटावर मोठाले वालुकाश्माचे गोटे लागले. — — — — — —
बिनधुतलेला वाळूचा सूक्ष्मता गुणांक २.९६, २.५०, २.५९ ; — — —
— — —धुतलेल्या वाळूचा सू.गु. ३.०९, २.५२, ३.१७ — — — — — —

दिनांक ८-२० १९५६ निरीक्षक जेन्.टी.येलू-डी.जे.डी-येलू-डी.

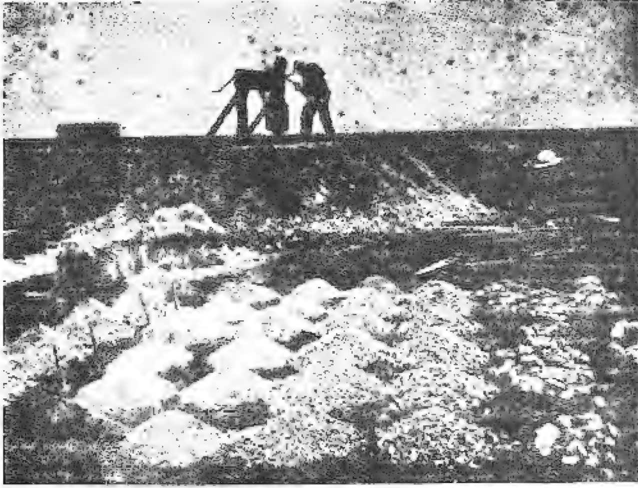
आ. ४४ मध्ये चाळण हौदाच्या संरचनेचा तपशील दिला आहे. याच्यामुळे चाचणीगर्ती–तील द्रव्ये चाळणे सोपे जाते आणि हा चाळण हौद क्षेत्रीय प्रयोगशाळातील भरीव मिला–व्यांच्या चाचण्याकरतासुद्धा वापरला जातो. लहान पेट्रोलच्या इंजिनाच्या शक्तीवर जर हे उपकरण चाचणी गर्तेजवळ चालवले तर विशेष फायदा होतो. क्षेत्रीय प्रयोगशाळेत काम करण्याकरता विजेचे चलित्र सामान्यत: वापरण्यात येते. (आ. ४५ पहा.) यांत्रिकी चलना-मुळे विशेष प्रकारच्या मिलाव्याच्या राशी तयार करण्याकरतासुद्धा हे चाळण उपकरण उपयुक्त झाले आहे. रूळांच्या जादा संचांना आधार देण्याकरता आ. ४४ मधील चौकटीच्या बाजू तयार कराव्या. त्यामुळे दोन अगर अधिक अध्यारोपित चाळण्या स्वतंत्रपणे वापरणे शक्य होते. अशा योजनेमुळे हाताने करण्याच्या क्रियांच्या संख्या कमी करता येतात. कोलो–रॅडोमधील ईस्टपार्क येथील कोलोरॅडो–बिगथॉम्सन प्रकल्पावर थंड हवामानात तीन बाजू असलेला सुवाह्य कॅन्व्हसचा आसरा तयार केला व त्यात स्टोव्हने संरक्षित चाचणी गर्तेतील खुदाई आणि चाळण्याची क्रिया करण्यात आल्या. त्यामुळे हे काम संपूर्ण हिवाळ्यात चालू ठेवणे शक्य झाले.

जर पुढे दिलेली नमुने घेण्याची पद्धती काळजीपूर्वक अंमलात आणली तर खणतीतील प्रतवारी ठरविण्याकरता हाताने खणलेल्या परीक्षा गर्तेतील संपूर्ण द्रव्य चाळण्याची आव–श्यकता नसते. खाणीतील अंदाजी २ फूट व्यासाच्या एकसंध स्तंभातून चाळण्याकरता संपूर्ण द्रव्य प्राप्त करावे हा उद्देश असतो. जेव्हा नवीन पातळीपर्यंत खणतीचा तळ स्वच्छ करण्यात येतो तेव्हा स्वच्छ खुदाई शक्य असेल तितक्या खोलीपर्यंत करून २ फूट व्यासाच्या सूचिकेतून नमुना द्रव्य काढून घेण्यात येते. खणतीचा ठरलेला भाग नंतर नमुना सुचिकेच्या तळाच्या पातळीपर्यंत खोदण्यात येतो आणि क्रियापद्धतीची पुनरावृत्ती करण्यात येते.

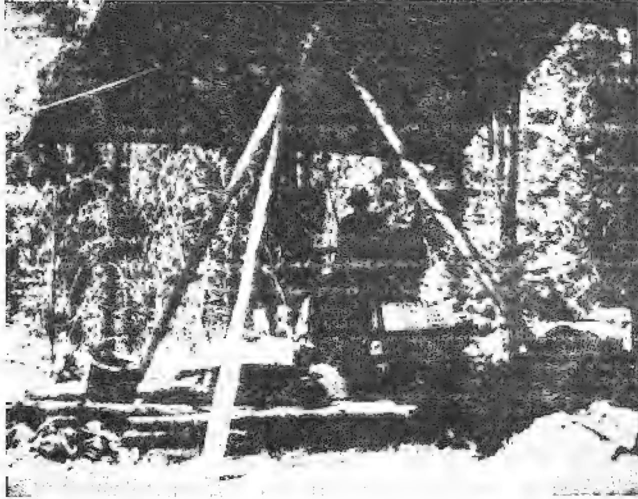
जेव्हा दलदल न होता यंत्राने खणलेल्या खणत्यांचा पृष्ठभाग खडा राहू शकतो तेव्हा खड्या द्रव्याच्या मुखपृष्ठातून खोदलेल्या पुरेशा आकाराच्या उदग्र चरातून खणतीतील चाळणी–विश्लेषणाकरता सर्व द्रव्य प्राप्त करावे. जर द्रव्य पोखरले जात असेल तर चांगले नमुने घेणे अवघड जाते. परंतु कामगार जर दक्ष असेल तर जेव्हा पोखरणामुळे पडलेल्या द्रव्यापासून खणतीचा तळ क्षणिक मोकळा असतो तेव्हा जसजशी खणती जास्त खोल होत जाते तसतसे अक्षुब्ध द्रव्यातील बारडीभर खुदाईतील प्रातिनिधिक राशी पुष्कळवेळा तो घेऊ शकतो.

प्रत्येक ५ फूट उभारातील अगर गुणधर्म भिन्न असलेल्या स्तरातील नमुना द्रव्य, इच्छित आकारात काळजीपूर्वक वेगळे करावे. जर द्रव्य अतिशय आर्द्र असेल व त्यामुळे सुस्पष्ट आकारात ते वेगळे करणे शक्य नसेल तर ते योग्य प्रकारे चाळता येईल इतके शुष्क होऊ द्यावे. प्रत्येक खोलीच्या अंतरातील प्रत्येक आकाराच्या द्रव्याचे काळजीपूर्वक वजन करून त्या वजनाची नोंद करावी. (आ. ४१ पहा.)

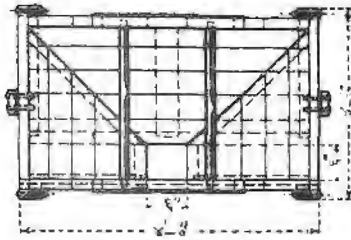
प्रत्येक ५ फूट उभारातून अगर विभिन्न स्तरांतून किमान दोन प्रातिनिधिक नमुने घ्यावेत



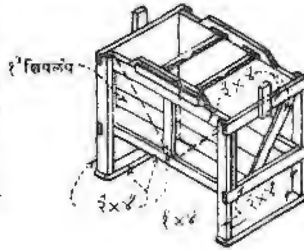
आ. ४२
मिलाव्यातील आकार – अंशाची रचना दाखविणारी हातानें खोदलेली चाचणी गर्ता
P × –D–32044

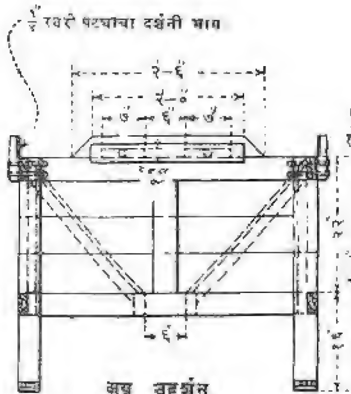


आ. ४३ चाचणी गर्तेच्या गळपट्टीच्या रचनेचे दृश्य. P × –D–32045



अनुविक्षेप





अग्र उद्दर्शन,

नलिका रूळ
२७ इंच लांब १ इंची मानक नलिका
रूळाचा धारक
१६ गेजी जस्ती पत्रा
१" शिपलॅप
१×२ पट्टा
१×४

अंत्य उद्दर्शन

१६ गेजी १½ इंची जस्ती पट्टी
तिरपमार स्क्रू.



हात चाळण

टिपण्या

ढोलाच्या आतल्या बाजूवर २२ गेजी जस्ती पत्र्याने अस्तर बसविले आहे व ते माथ्यावर व कडांवर दुमडले आहे.

ढोल व चाळण्यांतील सर्व लाकडावर बाहेरून रंगाचे दोन थर द्यावयाचे

मृद् द्रव्यांच्या चाचणी करता लागणाऱ्या चाळण्यात ४" ३" १½" ¾" ½" व क्र. ४ ची द्वारे ठेवावयाची

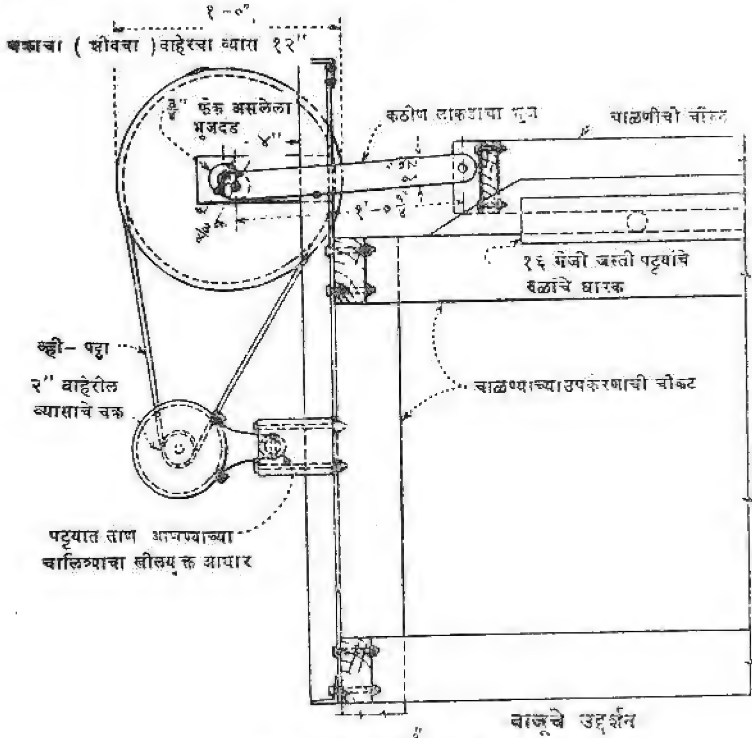
कॉंक्रिटच्या मिलाव्याच्या चाचणीकरता, विनिर्देशनात अन्य आकाराचे निर्देशन केले नसेल तर, ६" ३" १½" ¾" ½" आणि क्र. ४ ची द्वारे ठेवावयाची.

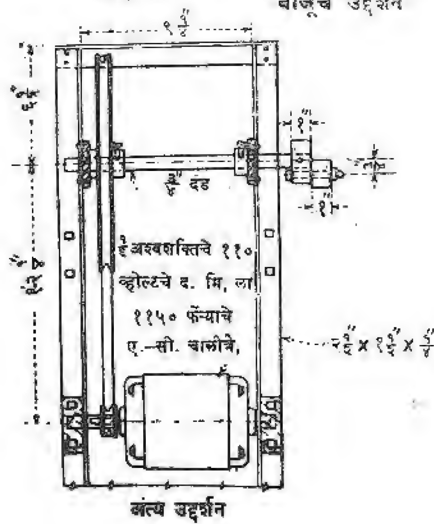
जेथे चाळण्या बसविण्याकरिता दृढमूलन करावे लागते तेथे हात चाळण्याच्या चौकटीच्या माथ्यावर १" × २" अंतरसचे तुकडे जोडण्यात येतात

जेथे लागू असेल तेथे, चाचणी करण्याच्या चाळणीची द्वारे आणि तारेचे आकार, ए– एस टी एम पदसंज्ञा E- 11-60T यात दिलेल्या मापे व त्रुटी यांच्याशी जुळणारे असावेत

हात चाळण्यांच्या ऐवजी चाळणी–द्वारे विनिर्दिष्ट केलेले १८ इंच व्यासाचे छेदक (Riddles) वापरावेत.

आ. ४४ भरड मिलाव्यांतील आणि मृत्तिकेतील द्रव्यांच्या प्रतवारीच्या चाचण्या करताना लागणारे चाळण हौद आणि हात चाळण्या. 101–D–112





आ. ४५

आ. ४४ मध्ये दाखविलेले चाळण्याचे यंत्रचलित उपकरण. अशा तऱ्हेचे चालनयंत्र सामान्यत: क्षेत्रीय प्रयोगशाळेत वापरण्यात येते आणि त्यामुळे कार्यनिर्मितीत बरीच वाढ होते.

आणि त्यांची संपूर्ण चाळण– विश्लेषणे (परिशिष्ट पद संज्ञा ४) करावीत आणि आ. ४१ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे त्यांची नोंद करावी. जर वाळूचे नमुने कोरडे नसले तर कॅन्व्हासवर उन्हात पसरून अगर योग्य तापन–उपकरणाच्या सहाय्याने ते कोरडे करावेत आणि नमुना कोरडा करण्यापूर्वी आणि नंतर त्याचे वजन करून त्यांतील आर्द्रतांश निश्चित करावा. जर वाळूच्या नमुन्यांच्या प्रतवाऱ्या काटेकोरपणे जुळणाऱ्या नसल्या तर आणखी चाचण्या कराव्या आणि या सर्व चाचण्यांची सरासरी प्रतिवेदित करावी. निक्षेपांतील द्रव्याची बिनचुक जाणकारी प्राप्त करण्यास मदत होईल अशी अन्य साधनसामुग्री उपलब्ध असल्यास तिचीही नोंद करावी.

खणतीच्या निकट खणलेले चाळलेले सर्व द्रव्य एककेंद्रित रांगांत ढीग करून ठेवावे; त्यांतील प्रत्येक ढिगात एकेका उभारातील एकेका आकाराचा अंश असावा. ह्याकरता समाधानकारक योजना आ. ४० व ४२ मध्ये दाखविल्या आहेत. सुटे द्रव्य काढून टाकलेल्या जमिनीवर एकमेकात न मिसळतील असे अंतर ठेवून हे ढीग करावेत. जमिनीत पूर्वी रोवि–लेल्या आणि पूर्ण झालेल्या ढिगांच्या माथ्याच्या वर राहतील इतक्या लांबीच्या खुणा केलेल्या खुंटांच्या भोवती ढीग तयार करणे ही त्यांना खुणेच्या चिठ्या लावण्याची एक प्रभावी पद्धत आहे. अशा तऱ्हेने द्रव्यांचे ढीग करण्याचा उद्देश त्यांची भावी जाच–परीक्षा आणि निरीक्षण करणे सुलभ व्हावे हा असतो हे लक्षांत ठेवावे. प्रत्येक खोलीवरील द्रव्य निरीक्षण करून तपासता यावे म्हणून खोदलेल्या बिन चाळलेल्या द्रव्याचे लांब ढीग करून ते (आ. ४०) सोयीस्कर जागी साठवून ठेवावेत.

प्रत्येक चाचणी गर्ता उघडी केल्यावर तिच्यावर २ इंचापेक्षा कमी जाड नाही अशा भक्कम लाकडी आच्छादनाची तरतूद करावी आणि तिच्या भोवती संरक्षक लोखंडी कठडा अगर कुंपण उभारावे

(ई) चर

निक्षेपाचा संपूर्ण उदग्र छेद उघडा करता येईल अशा पुरेशा खोलीचे चर खोदणे आणि परीक्षागर्तांतून ज्याप्रमाणे बिनचुक नमुन्यांचा पूर्ण अनुक्रम प्राप्त करणे शक्य असते तसा ह्या चरांतून तो मिळविणे सामान्यपणे अव्यवहार्य असते. तथापि काही प्रदेशवर्णनात्मक परिस्थितीत पुष्कळच कमी खर्चात हा उद्देश साध्य करण्याकरता चर खणणे हे व्यावहारिक साधन होऊ शकते.

घळींच्या खडा उतार असलेल्या बाजूवरील खोल उदग्र छेद क्षरणामुळे उघडे पडले आहेत अशा निक्षेपांच्या बाबतीत चर खणून तपशीलवार समन्वेषण करणे अगदी शक्य असते. अशा उतारांतील वरपासून खालपर्यंत काढलेले चर निक्षेपाच्या संपूर्ण जाडीमधून अगर तिच्यातील अधिक तर भागांतून जाऊ द्यावेत. हे उतार घसरून खाली आलेल्या बऱ्याचशा द्रव्याने

सामान्यपणे झाकलेले असतात आणि प्रातिनिधिक नमुने मिळविण्याकरता या द्रव्याच्या आत शिरकाव झाला पाहिजे. डेव्हिस धरणातील मिलाव्याच्या समन्वेषणांत बुलडोझरने खोल चर काढून ही अडचण दूर करण्यात आली. या पद्धतीत प्रगती जलद होत होती आणि ती कार्यक्षम होती.

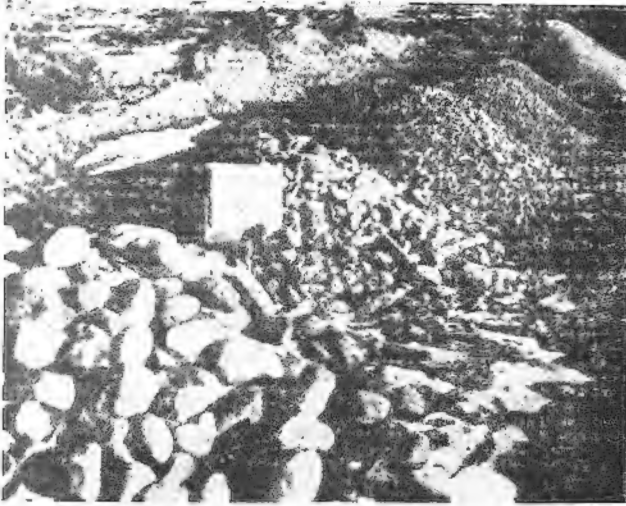


आ. – ४६ हेन्री फोर्क मिलाव्याच्या निक्षेपातील चर, फ्लेमिंग गॉर्ज समूह, उटाह. P 591-421-1226

फ्लेमिंग गॉर्ज प्रकल्पावर मिलाव्यांच्या अन्वेषणात चाचणी गर्तातून मिळविलेल्या माहितीला जोड देण्याकरता हेन्रीज फोर्क निक्षेपांचे समन्वेषण करतेवेळी, चरांचा उपयोग करण्यात आला. अस्तित्वात असलेल्या निरनिराळ्या प्रकारांच्या द्रव्यांच्या तात्पुरत्या मूल्यमापनात आणि त्यांची ओळख पटण्याकरता मदत व्हावी म्हणून पश्च फावडे वापरुन कामगारांनी निक्षेपाच्या दृष्ट दिशेशी अभिलंब चर, पृष्टभाग शक्य तितक्या लांबपर्यंत उघडा होण्याकरता खोदले. आ. ४६ मध्ये चराचा प्रकार दाखविला आहे आणि आ. ४७ मध्ये चराच्या खोल

खोदणीतील द्रव्य दाखविणारा, प्रतवारी केलेला, मिलावा दाखविला आहे.उपयुक्त द्रव्यांची खोली अधिक पूर्णपणे निश्चित करण्याकरता निवडक स्थानांवर चराच्या तळाच्या खाली परीक्षा सूचिका नेण्यात आल्या.

चर हातांनी पूर्ण केले पाहिजेत आणि दलदलित झालेले द्रव्य काढून टाकण्याची काळजी घेतली पाहिजे. नंतर योग्य उदग्र अंतरावर नमुने घेतले जातात आणि चाचणी गर्तांतील (आ. ४८ पहा) नमुने घेण्याची क्रियापद्धतीच येथेही असते. अंतिम साफसफाई आणि नमुने



आ. ४७ – चरांतून खोदून काढलेल्या व नमुने घेतलेल्या द्रव्याचे प्रातिनिधित्व करणारे प्रतवारी केलेल्या मिलाव्याचे ढीग P 591-421-1217

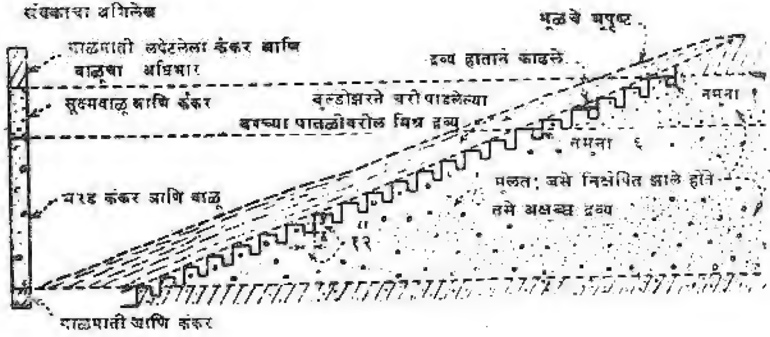
घेणे दोन्हीही एकाच वेळी वरून खाली केले तर सामान्यत: भेसळीचे प्रमाण कमीतकमी करता येते.

३० निक्षेपांच्या आणि परीक्षा सूचिका व परीक्षा गर्तांच्या पदसंज्ञा

परीक्षाक्षेत्रे अगर निक्षेप सामान्यत: नांवाने आणि परीक्षा खुदाई आंकड्यात अगर आकड्यांच्या व अक्षरांच्या जोड नावांनी संबोधण्यात येतात. सूचिका आणि खणत्यांच्या पदसंज्ञा जवळपासच्या खुंटांवर चिन्हांकित करण्यात येतात आणि निक्षेपांच्या पदसंज्ञा नकाशावर दाखविण्यात येतात.

३१ आवश्यक अहवाल आणि नमुने

ब्यूरोच्या प्रशासकीय अनुदेशाप्रमाणे मिलाव्याचे अन्वेषण पूर्ण झाल्यावर समन्वेषणाचे



आ. ४८ – जेथे ही पद्धती व्यवहार्य असते तेथे चर काढून मिलाव्यांच्या निक्षेपांचे समन्वेक्षण परीक्षा गर्तातल्यापेक्षा बऱ्याच कमी खर्चात करणे आणि खात्रीलायक नमुने मिळविणे. 288-D-2626

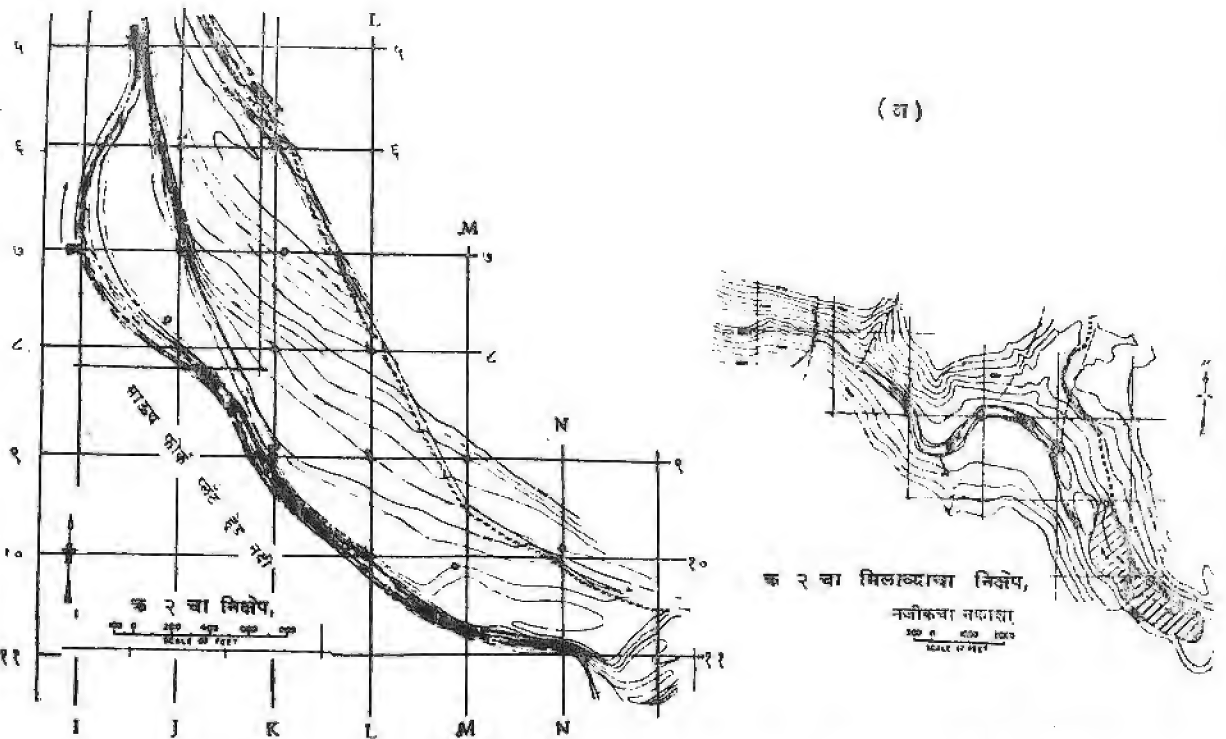
अहवाल मुख्य अभियंत्याकडे सादर करावे लागतात. जेव्हा अनेक महिनेपर्यंत समन्वेषण चालते तेव्हा त्याच्या प्रगतीचे अहवाल दर महिन्याला सादर करावे लागतात. क्षेत्रीय कार्यक्रमांचे तपशीलवार वर्णन अहवालात द्यावे आणि त्यासोबत आ. ४१ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे तक्ता ७-१३२४ वर परीक्षा गर्तातील प्रतवारीची माहिती द्यावी. अन्वेषणांच्या नोंदीकरता छायाचित्रे, नकाशे आणि इतर रेखाचित्रे यांची मदत होते व ती इष्ट असतात. विद्युत् तारा, मार्गाधिकार कुंपणे, इमारती आणि इतर जमिनीवरील महत्वाच्या बाबी दाखविल्याने नकाशांची उपयुक्तता वाढते. जेथे मिलाव्यांच्या स्थानाचा निश्चितपणे विनिर्देश केलेला असतो अशा मोठ्या कामावरील विनिर्देशी रेखाचित्रे तयार करताना लागणाऱ्या माहितीचे स्वरूप आ. ४९, ५०, ५१ आणि ५२ वर दर्शविले आहे.

प्रारंभिक अन्वेषणाकरता लागणारे नमुने आ. २७ मध्ये केलेल्या तरतुदीप्रमाणे सादर करावेत. मिश्र अन्वेषणाकरिता आणि मुख्य अभियंत्यास जरूर लागेल तेव्हा इतर विशेष अध्ययनाकरता लागणाऱ्या नमुन्यांची खास मागणी करण्यात येईल.

(इ.) डेन्व्हर येथील द्रव्याच्या चाचणीच्या सोयी.

३२ प्रयोग शाळेतील सोयी

डेन्व्हर येथील प्रयोगशाळांच्या कार्यात, काँक्रीटच्या संबंधी अन्वेषणे आणि चाचणी करण्याची केंद्रीय संस्था म्हणून ब्यूरोकरता करावयाच्या कामाचा समावेश आहे; यामुळे नेहमीच्या कामावरील नियंत्रणाच्या प्रकाराच्या कामाखेरीज बऱ्याचशा अन्य प्रायोगिक कामांतून क्षेत्रिय प्रयोग शाळांची सुटका होते. सर्व काँक्रीट द्रव्याच्या अन्वेषणाकरता भौतिक, रासायनिक, शैलविज्ञान विषयक अन्वेषणाकरतां आणि भिन्न भिन्न परिस्थितीत काँक्रीटला



आ. ४९ – विनिर्देशांकरता तयार केलेला मिलाव्यांच्या निक्षेपाचा आराखडा, अंदाजी राशि, आणि नजीकचा नकाशा

निक्षेपांतील कंकराच्याराशी - संरचनाकरता लागणाऱ्या राशींचा अंदाज

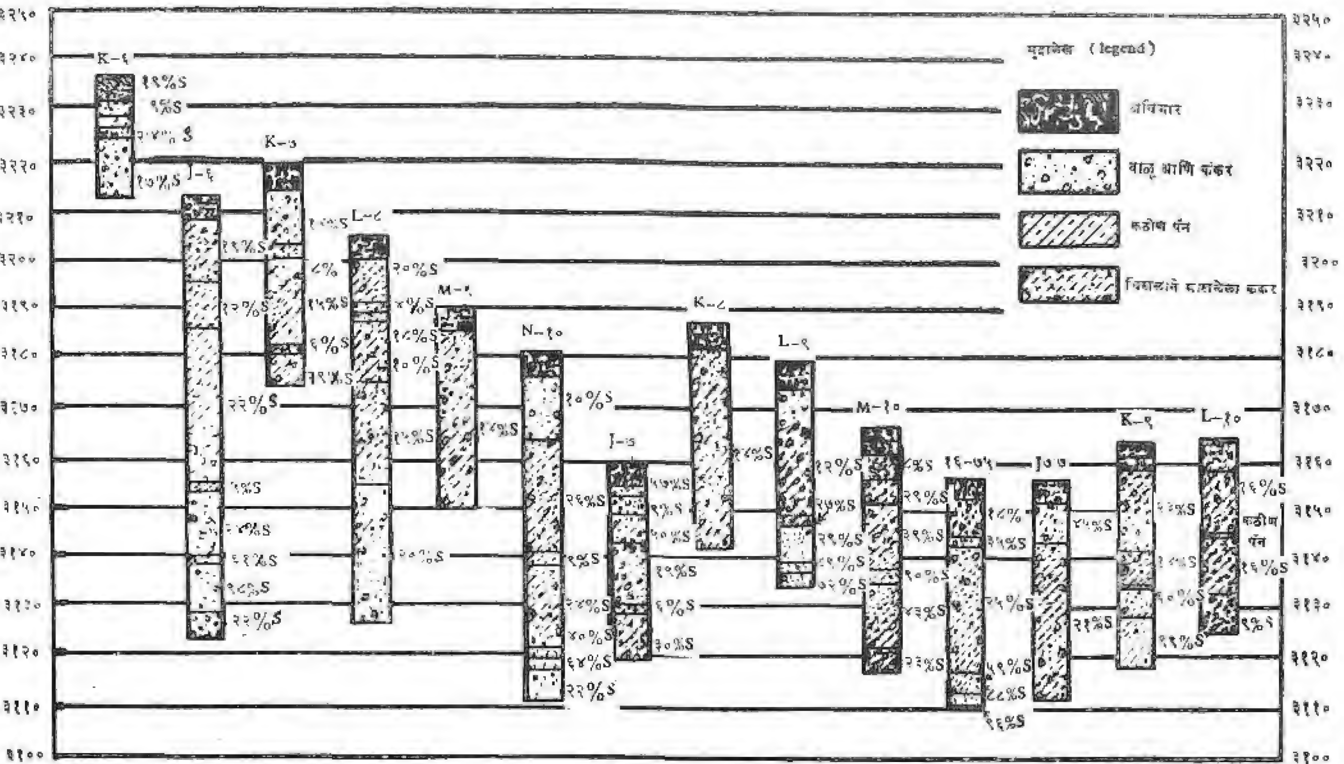
मिलावा, स्वच्छ वियोजन	विलगन केलेल्या मिलाव्यांचे वजन-टन					अंदाजी लागणारे टन
	३२४० ते ३२०० उदर्शनांच्या मधील	३२०० व ३१६० उ. मधील	३१६० व ३१२० उ. मधील	३१२० व ३१०० उ. मधील	वियोजन केलेला एकूण मिलावा, टन	
वाळू	१३५०००	५९६०००	२२४००००	९६१०००	३९५२०००	१५०००००
भरड मिलावा $\frac{3}{16}$" ते $\frac{3}{4}$"	२३१०००	१०८१०००	१७२८०००	४५१०००	३४९१०००	११०००००
भरड मिलावा $\frac{3}{4}$" ते $1\frac{1}{2}$"	२०२०००	८१६०००	१३६७०००	४०८०००	२७९३०००	११०००००
भरड मिलावा $1\frac{1}{2}$" ते ३"	१६८०००	७३२०००	११९२०००	३९६०००	२४८८०००	११०००००
भरड मिलावा ३" ते ६"	१०३०००	५५२०००	६८१०००	१७४०००	१५१००००	९०००००

मिलावा निक्षेप क्र. २

माप ______

मिलावा निक्षेप क्र. २ नजीकचा नकाशा

माप ______



आ. ५० – विनिर्देशात समाविष्ट केलेल्या चाचणी गर्तांचा अभिलेख 288-D-1532

दशक	[illegible]	वाळूची टक्केवारी	[illegible] टक्केवारी	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	K-९	१७	८१	०	१०	२२	३२	३६
	J-९	१९	८१	०	१०	६१	२८	४१
	K-७	११	८७	५	२२	२०	२५	३०
	भारित सरा.	१९	८४	२	१४	२४	२८	३२
[illegible]	J-९	१९	८३	०	१४	२३	२५	४०
	K-७	१९	८४	१	१८	२३	२६	३६
	L-८	१४	८६	०	२१	२४	२५	३८
	M-९	१४	८६	१	१५	२४	२५	३४
	N-१०	२२	७८	१	२०	२०	२८	३१
	K-८	१२	८८	१	२१	१९	२५	३४
	L-९	१२	८८	५	१५	२१	२५	३०
	M-१०	८	९२	२	४०	२१	१८	१०
	भारित सरा.	१५	८४	१	१७	२१	२५	३४
[illegible]	J-९	४६	५४	१	७	१५	२७	५२
	L-८	२०	८०	०	१९	२५	२७	३३
	M-९	१२	८८	०	१३	२३	२८	३८
	N-१०	३०	७०	१	७	१८	२९	४५
	J-७	२७	७३	०	१०	२९	२९	४२
	K-८	१६	८४	२	१४	२२	२८	३४
	L-९	५३	४७	०	९	२२	३२	३७
	M-१०	४०	६०	१	२०	२९	२९	२४
	१९-७२	२४	७६	०	२९	१०	२५	२९
	J-७७	२६	७४	१	२१	२२	२९	३५
	K-९	४२	५८	०	३१	२६	३८	४३
	L-१०	१४	८६	३	२२	२९	२७	३३
	भारित सरा.	३१	६९	१	१४	२२	३७	३४
[illegible]	N-१०	१३	८७	१	१०	३२	३९	३९
	J-७	३०	७०	०	१९	१९	२५	१८
	M-१०	२३	७७	४	१९	२७	२८	१९
	१९-७२	५७	४३	०	११	२५	२९	३२
	J-७७	२९	७१	०	११	२५	२७	३१
	K-९	१००	०	-	-	-	-	-
	भारित सरा.	४०	६०	१	१२	२८	४०	३२
एकूण सरासरी		२६	७४	१	१४	२०	३३	३१

आ. ५१ – चाचणी गर्तांत दिसून आलेल्या मिलाध्यांच्या खोल्या. आणि प्रतवारींची आधारसामग्री. निलाव मागणाऱ्यांना आणि मक्तेदारांना मदत व्हावी म्हणून विनिर्देशनात यांचा समावेश करण्यात येतो. 222-D-1533

आ. ५२ – चाचणी गर्तातील द्रव्याचे चाळण–विश्लेषण, लिलाव मानणाऱ्यांना आणि मक्तेदारांना आणखी मदत व्हावी म्हणून विनिर्देशनांत ही रेखाचित्रीय पद्धतीने दाखविली आहे.

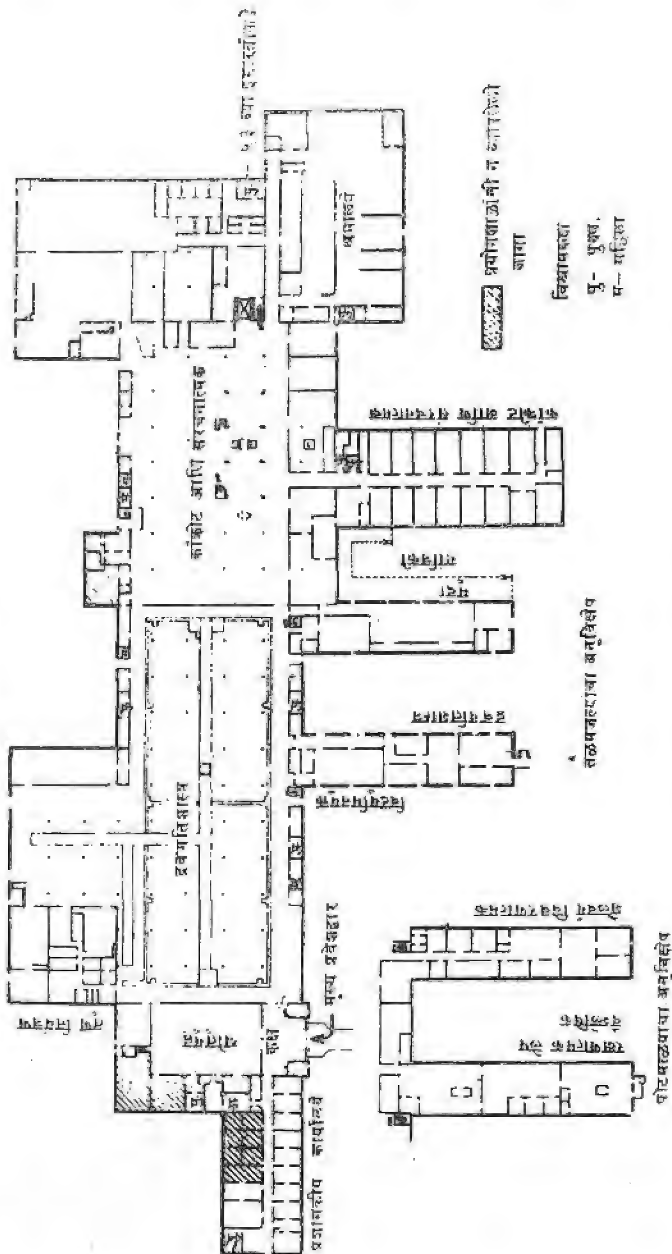
लागणाऱ्या सर्व द्रव्यांच्या बर्तावाचा अभ्यास करण्याकरता या प्रयोग शाळा सुसज्ज केलेल्या आहेत. (येथे उपलब्ध असणाऱ्या) सोयींच्यामुळे शक्ति, प्रत्यास्थता, पारगम्यता, आयतन परिवर्तन, तपमानवृद्धि, औष्णिक गुणधर्म आणि टिकाऊपणाच्या बाबतीत, काँक्रीटचे नमुने तयार करणे व चाचणी घेणे शक्य होते. येथे धातूंची परीक्षा आणि काँक्रीटच्या अभिकल्पन आणि संरचनेत सतत निर्माण होणाऱ्या विशेष प्रकारच्या समस्यांचा उलगडा करण्याकरता सुविधा उपलब्ध आहेत. ब्यूरोच्या चाचणी प्रयोग शाळांच्या मुख्य मजल्याचा अनुविक्षेप आ. ५३ मध्ये दाखविला आहे.

(ई) डेन्व्हर चाचण्या आणि मिलाव्यांची निवड.

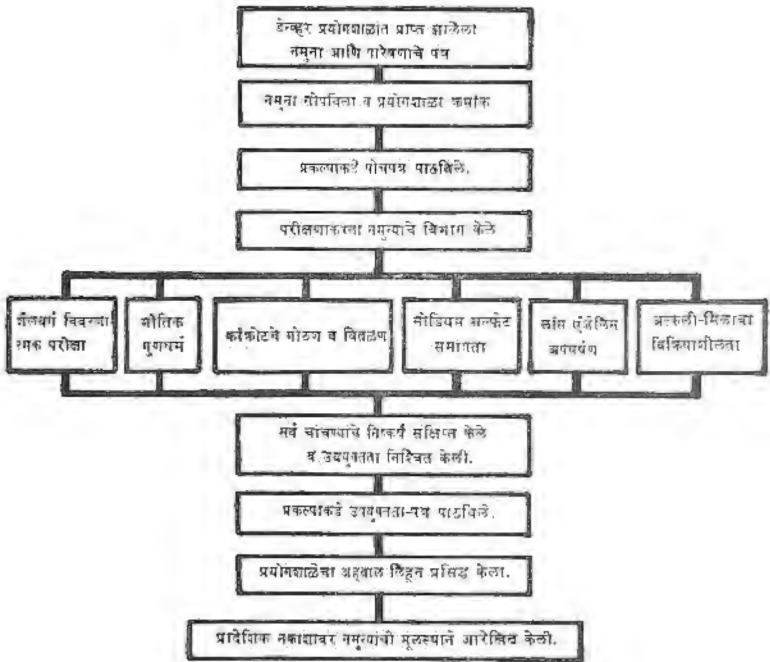
३३ मिलाव्यांच्या चाचण्या

डेन्व्हरला पाठविलेल्या काँक्रीटमधील मिलाव्यांचे नमुने हाताळण्याकरता आणि त्यांचा दर्जा प्रस्थापित करण्याकरता केलेल्या चाचण्यांत अनुसरलेली क्रियापद्धती रेखाचित्रीय पद्धतीने आ. ५४ मध्ये दाखविली आहे. येथे भौतिक गुणधर्म निश्चित करण्यात येतात आणि नमुन्यांचे शैलवर्ग विवरणाने विश्लेषण करण्यात येते. समांगतेकरता सोडियम सल्फेट समांगमताचाचणीने मिलाव्यांचे परीक्षण करण्यात येते. अपघर्षणरोध व काठिण्याची परीक्षा लॉस अँजेलिस अपघर्षण यंत्राने घेण्यात येते, आणि सिमेंटमधील अल्कलीमुळे होणाऱ्या संभाव्य प्रतिक्रियाशीलतेची चाचणी चुन्याच्या दंडिकेवर करण्यात येते. मिलाव्यापासून तयार केलेल्या काँक्रीटच्या टिकाऊपणाची चाचणी गोठण आणि वितळण चाचण्यांनी करण्यात येते. " भौतिक गुणधर्म " या शीर्षकाखाली केलेल्या चाचण्यांत विशिष्ट गुरुत्व आणि अवशोषण चाचण्या करणे, वाळूतील सेंद्रिय अपद्रव्यांच्या वर्णमापीय चाचण्या करणे, क्र. २०० च्या चाळणीतून जाणाऱ्या द्रव्याची टक्केवारी निश्चित करणे, आणि वाळू आणि भरड मिलाव्यांची प्रतवारी करणे, यांचा समावेश असतो.

विशिष्ट गुरुत्व आणि अवशोषण चाचण्या नित्याची अन्वेषणे म्हणून केल्या जातात, याचे प्रमुख कारण काँक्रीटच्या मिश्रणांच्या अभिकल्पनांतील त्यांचे महत्व हे होय. समांगता आणि शक्तीच्या दृष्टीने अधिकतर विशिष्ठ गुरुत्व असलेले मिलावे सामान्यपणे अधिक संतोषजनक असतात. मिलाव्याचे विशिष्ठ गुरुत्व कमी असणे याचा अर्थ तो टाकून दिलाच पाहिजे असा नसतो, परंतु तो मिलावा ग्राह्य आहे असे मानण्यापूर्वी जादा चाचण्या कराव्या लागतील अशी धोक्याची सूचना म्हणून त्याचा उपयोग होतो. मिलाव्यांच्या विशिष्ठ गुरुत्वावर काँक्रीटचे एकक वजन बऱ्याच प्रमाणात अवलंबून असते. वाळू आणि कंकर यांच्या विशिष्ठ गुरुत्वावर ते २.६० इतके किमान असले पाहिजे अशी विनिर्देशनात अनेकदा मर्यादा घालण्यात येते आणि ग्लेन केनियॉन आणि फ्लेमिंग गॉर्ज धरण, या दोन अलिकडील उदाहरणांच्या सारख्या अन्य उदाहरणांत हलक्या वजनाचे कण काढून टाकण्याकरतां खास क्रिया पद्धतीची जरुरी लागली आहे.



आ. ५३ – डेन्व्हर प्रयोग शाळा — तळमजल्याचा अनुविक्षेप 105–D–105



आ. ५४ काँक्रीटमधील उपयुक्तता निश्चित करण्याचा प्रवाह – आरेख PX-D-32047

सामान्यतः मिश्रणाच्या अभिकल्पनाकरता ३० मिनिटे आणि मिलाव्याच्या मूल्यमापना–करता २४ तास अशा वेळेच्या पूर्वनिश्चित कालावधीत तो निमज्जित केला असताना पाण्याच्या किती राशीचे अवशोषण होते याची निश्चिती अवशोषण-चाचणीने होते. पृष्ठ–भागी कोरडे असलेल्या संपृक्त मिलाव्याच्या वापरावर काँक्रीटचे जल-सिमेंट गुणोत्तर आधा-रलेले असल्याने मिलाव्याचे अवशोषण मूल्य निश्चित करणे जरूरीचे असते. अवशोषण मूल्य १ टक्यापेक्षां बरेच जास्त असेल तर मिलावा हलक्या प्रतिचा असण्याची शक्यता असते, पण तो टाकूनच दिला पाहिजे असा त्याचा अर्थ नसतो. ब्यूरोने अवशोषणाच्या कमाल मर्यादा विनिर्देशित केलेल्या नाहीत कारण उच्च अवशोषणाचे गुणधर्म असलेला मिलावा टाकून देण्याकरता अन्य भौतिक गुणधर्मांवरील मर्यादा उपयोगी पडतात.

वाळूतील सेंद्रिय द्रव्याचे हानिकारक प्रमाण कळण्याकरता तिच्यावर केलेल्या वर्णमापीय चाचण्या उपयोगी पडतात. धुतलेल्या वाळूच्या मानक रंगापेक्षा जास्त काळा रंग असला तर या काळ्या रंगास जबाबदार असणाऱ्या द्रव्याचे स्वरूप आणि त्याचा चुन्यावरील परिणाम

निश्चित करण्याकरता जादा चाचण्या कराव्या लागतात. अशा कराव्या लागणाऱ्या चांच–ण्यात वाळूची संरचनीय शक्ति, पक्वपणाचा काल आणि रासायनिक विश्लेषणाचा समावेश असतो.

ज्यांच्यामुळे काँक्रीटची शक्ति अगर टिकाऊपणा कमी होतो असे चिकणमाती, गाळमाती, सेंद्रिय द्रव्ये आणि विरघळणारी लवणे पुष्कळ वेळा धुवून काढून टाकता येतात. क्र. २०० च्या चाळणीमधून जाणाऱ्या द्रव्याची टक्केवारी निश्चित करणे ही सर्वात सोपी नियंत्रण–चाचणी आहे. बहुतेक उदाहरणात ही टक्केवारी ३ पेक्षा जास्त असणे अनुज्ञेय नसते.

मिलाव्यांत असू शकणारा संरचनीय कमकुवतपणा सोडियम सल्फेट निकोपता–चाचणीने सूचित होतो. सोडियम सल्फेट चाचणीत होणारी भरड मिलाव्याची प्रतिशत् हानि, संपीडक शक्ति, आणि त्या मिलाव्यापासून तयार केलेल्या काँक्रीटचे गोठण आणि वितळण होत असताना दिसणारा टिकाऊपणा यांच्यात अन्योन्यसंबंध असतो हे प्रयोग शाळेतील चाचण्यां-वरून दिसून येते. चालू विनिर्देशनातील सोडियम सल्फेटची गरज, बांधण्यात येणाऱ्या संर–चनेचे स्थान व प्रकार, आणि उपलब्ध असलेल्या मिलाव्यासंबंधीचे ज्ञान, यांच्याप्रमाणे बदलते. सामान्यपणे ५ वेळा चाळल्यानंतर जर वाळूची भारित हानी ८ टक्क्यापेक्षा कमी झाली तर मिलाव्याचे नमुने स्वीकारणीय आहेत असे मानण्यात येते.

मिलाव्याचे काठिण्य आणि कणखरपणा संबंधी मौलिक माहिती लॉस-अँजेलिस अपघर्षण चांचण्यावरून मिळते आणि त्या चांचण्यावरून, दिलेले द्रव्य साठविताना, हाताळताना, आणि वाहून नेताना, होणाऱ्या अपेक्षित बिघाडाची सूचना मिळते. काँक्रीटची शक्ति आणि लॉस-अंजेलिस अपघर्षण चाचणीवरून मापन केलेला भरड मिलाव्याचा दर्जा यांच्यात निश्चित संबंध असतो. सामान्य प्रथेप्रमाणे हे अवश्य असते की भरड मिलाव्यांत १०० फेऱ्यानंतर १० टक्क्यापेक्षा आणि ५०० फेऱ्यानंतर ४० टक्क्यापेक्षा जास्त हानि होता कामा नये.

मिलाव्याच्या भौतिक आणि रासायनिक चांचण्यांच्या निष्कर्षात शैलवर्ग विवरणात्मक परीक्षांची मदत मिळते आणि मानक भौतिक चाचण्यात न दिसलेला कमकुवतपणा या परी–क्षणाने दृष्टोत्पत्तीस येतो. मिलाव्यांची डोळ्यांनी तपासणी केली जाते आणि खनिज आणि रासायनिक तफावतींच्याप्रमाणे त्याची ओळख पटविली जाते. किती प्रमाणात कणांवर लेप चढला आहे व लेप करणाऱ्या पदार्थाचा स्वभावधर्म आणि कणाचा आकार, हे निश्चित कर-ण्यात येतात. सिमेंट अल्कलीचा संबंध आला असताना निर्माण होणारी मिलाव्याची संभाव्य हानिकारक प्रतिक्रियाशीलता शोधून काढावी आणि जेव्हा पुरेसा वेळ मिळेल तेव्हा डेन्व्हर प्रयोग शाळात शोधून काढलेल्या रासायनिक चांचण्यांवरून मिलाव्यांच्या प्रतिक्रियाशीलता तपासून घ्याव्या.

सादर केलेल्या प्रत्येक मिलाव्यापासून तयार केलेल्या काँक्रीटच्या नमुन्यांच्यावर गोठण आणि वितळण होत असताना दिसणाऱ्या टिकाऊपणासंबंधी चाचण्या केल्या जातात. प्रयोग-शाळेत संमिश्रण केलेल्या मानक सिमेंट आणि मानक प्रतवारीच्या मिलाव्यापासून काँक्रीटचे

नमुने तयार करण्यात येतात; त्यात जल–सिमेंट गुणोत्तर ०·५१ ± ०·०१ असते. ४ ते ६ टक्के धारित वायू असतो आणि त्याचा अवपात २ ते ४ इंच असतो. धुक्याच्या खोलीत हे नमुने २८ दिवस मुरविण्यात येतात, आणि नंतर मूळच्या वजनाच्या २५ टक्के हानी होईपर्यंत अगर गोठण व वितळणाची १००० चक्रे पुरी होईपर्यंत हे नमुने गोठण आणि वितळणाच्या एकांतर चक्रांखाली ठेवण्यात येतात. सामान्यपणे काँक्रीट जर गोठण आणि वितळणाच्या ५०० चक्रांखाली हानि न होता टिकून राहिले तर मिलावा संतोषजनक आहे असे मानण्यात येते.

शैलवर्ग विवरण परीक्षेच्या पाठोपाठ जर संभाव्य अल्कली–मिलावा प्रतिक्रियाशीलते–करता, चुना–दंडिका–चाचणीची शिफारस केली असेल तर ब्यूरोच्या मानक उच्च आणि अल्प अल्कली सिमेंटपासून तयार केलेल्या १ × १ × ११½ इंच मापाच्या चुनादंडिकांच्या स्वरूपांत काँक्रीटच्या मिलाव्यांची चाचणी घेतली जाते. अत्यंत प्रतिकूल परिस्थितीचे अस्तित्व प्रस्थापित करण्याकरता ज्यात प्रतिक्रियाशील मिलाव्याच्या अल्प टक्केवारीमुळे वाढीव विस्तरण निर्माण होते, अशा वाळू आणि वाळूच्या आकारांत फोडलेला मिलावा, या दोघांचा अंतर्भाव असलेल्या फक्त उच्च-अल्कली सिमेंटाच्यासहित २५, ५० आणि १०० टक्क्यांच्या प्रमाणात परीक्षण करण्यात येते. मिलाव्यातील शेषभाग, अनुक्रमे ७५, ५० आणि ० टक्के–वारीच्या प्रमाणात वाळूच्या आकारात फोडलेल्या बलशून्य गारेचा बनलेला असतो. या संयुगांपैकी कोणाही एकाचा परिणाम जर यापुढे लगेच वर्णन केलेल्या इतक्या अगर जास्त विस्तरणात होत असेल तर मिलावा प्रतिक्रियाशील आहे असे समजले जाते, आणि त्याचा वापर करताना शिफारसित दक्षता घ्यावी लागते. उच्च–अल्कली सिमेंटच्या ऐवजी काही दंडिकांत अल्प–अल्कली सिमेंट वापरण्यात येते; त्याचा उद्देश अल्कली मिलावा प्रतिक्रियेमुळे होणाऱ्या विस्तरणांच्याखेरीज अन्य विस्तरणे होतील अगर नाही हे प्रस्थापित करण्याचा असतो. अशा तऱ्हेने मिलाव्याची प्रतिक्रियाशीलता निश्चितपणे प्रस्थापित करता येते आणि अल्प-अल्कली सिमेंट वापरण्याचा परिणामकारकपणा निश्चित करता येतो.

चुना–दंडिका चाचण्यांचे निष्कर्ष, क्षेत्रीय संरचनेतील अल्कली–मिलावा–प्रतिक्रियेमुळे होणाऱ्या हानीचा वेग आणि मान, यांच्याशी सहसंबंधित करण्यात आले आहेत. मिलावा आणि मानक उच्च-अल्कली सिमेंट यांच्या कोणत्याही संयुगामुळे एका वर्षात होणारे चुन्याचे विस्तरण रेखित २० टक्क्यापेक्षा जर जास्त झाले तर अल्कली-मिलावा प्रतिक्रियेतून काँक्रीटची सहज दृष्टोसत्तीस येईल इतकी हानी होईल असे प्रस्थापित करण्यात आले आहे. एका वर्षात ०·१० टक्क्यापेक्षां कमी विस्तरण निर्माण करण्यास मिलावे जेव्हा मानक उच्च अल्कली सिमेंटसह वापरण्यात आले तेव्हा अल्कली–मिलाव्याचा क्रियाशीलतेपुरताच विचार केल्यास ते मिलावे निरुपद्रवी होते असे आढळून आले. उच्च अल्कली सिमेंटसह एका वर्षात ०·१० ते ०·२० या मर्यादेत विस्तरणास कारणीभूत होणारे मिलावे ह्या प्रतिक्रियेचा सुस्पष्ट पुरावा देत नाहीत परंतु काँक्रीटच्या ज्या खराबीचे कारण अनुमानित आहे अशा खराबीशी

या वर्गातील अनेक मिलाव्याचा संबंध असतो. परिणामतः असे मिलावे फक्त अल्प-अल्कली सिमेंटसह अगर पोर्टलंड सिमेंट आणि पोझोलानच्या योग्य मिश्रणासह वापरावेत.

३४. क्षेत्रीय आणि प्रयोग शाळेतील आधार सामुग्रीचे विश्लेषण

मिलाव्यावरील क्षेत्रीय अहवालांचे परीक्षण करण्यात येते आणि प्रत्येक चाचणी गर्तेतील संपूर्ण उपयुक्त होणाऱ्या खोलीकरता सादर केलेल्या प्रतवारी आणि अन्यसाधन सामुग्रीची सरासरी मूल्ये काढण्यांत येतात. जेव्हां समीक्षण पुरेसे विस्तृत करावयाचे असते तेव्हां निक्षेपाच्या संपूर्ण क्षेत्राकरता अगर संभाव्य कार्यशील क्षेत्राकरतां भारित सरासरी आधार सामुग्री संकलित करण्यात येते. डेन्व्हर प्रयोग शाळेतील चाचण्यांचे निष्कर्ष कोष्टकित करण्यात येतात आणि क्षेत्रीय आधार सामुग्रीशी त्यांची तुलना सहज करता येईल आणि विचार करण्यास सोपे जाईल अशी त्यांची मांडणी करण्यांत येते.

विचाराधीन अनेक मिलाव्यांच्या निक्षेपांशी संबंधित असलेल्या संकलित क्षेत्रीय आणि प्रयोग शाळेतील आधार सामुग्रीचे विश्लेषण केल्यानंतर, सामान्यतः एका निक्षेपाची तात्पुरती निवड करण्यात येते आणि मुख्यतः त्या द्रव्यापासून तयार केलेल्या काँक्रीटचे गुणधर्म निश्चित करण्याकरता डेन्व्हरमध्ये यातील जादा नमुन्यांची चांचणी करण्यात येते, तसेच आकृत्या ४९, ५०, ५१ आणि ५२ मध्ये दाखविल्यासारखे विनिर्देशीय आरेख आणि कोष्टके तयार करण्यासाठी या साधनसामुग्रीचा उपयोग करण्यात येतो.

३५: मिलाव्याची राशि

मिलाव्याच्या पुरवठ्यासंबंधी विश्लेषणातील एक महत्वाचा घटक, लागणाऱ्या मिलाव्याच्या राशीच्या संबंधात उपलब्ध असणारी राशि, हा असतो. अनुच्छेद २६ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे पूर्वेक्षणाच्या वेळी अंदाजाच्या अतिढोबळ पद्धती वापराव्या परंतु एका अगर अधिक क्षेत्रांचे समन्वेषण केल्यानंतर लागणाऱ्या आणि उपलब्ध असलेल्या मिलाव्याच्या निरनिराळ्या आकारांचे योग्य प्रमाणात बिनचुक अंदाज तयार केले पाहिजेत. प्रकल्पित कामातील काँक्रीटचे वैशिष्ट्य आणि यार्डमान यांच्यावरून लागणाऱ्या मिलाव्याची निश्चिती करण्यात येते. चाचणी गर्तातील आधार सामुग्री, चाळणी-विश्लेषण, आणि चाचणी गर्तांचे प्रतिनिधित्व असलेले क्षेत्र, यांच्यावरून निक्षेपातील उपयुक्त द्रव्यांचे संगणन करण्यात येते

लागणाऱ्या मिलाव्याच्या राशीचे पुरेशा अचुकतेने अंदाज करण्याच्या एका सोप्या पद्धतीचे पुढील उदाहरणावरुन निदर्शन होईल :

असे समजा की, कामाला लागणाऱ्या काँक्रीटमध्ये ३४ टक्के वाळूसह १$\frac{1}{2}$ इंच कमाल आकाराचा मिलावा आहे. जलांश दर घ. यार्डास २४५ पौंड आहे, सिमेंटचा अंश द. घ. यार्डात ४९० पौंड आहे व ४$\frac{1}{2}$ टक्के वायूचा अंश आहे. अशा काँक्रीटचे सरासरी एकक वजन द. घ. फुटास सुमारे १४६ पौंड (सा. ४ पहा) अगर द. घ. यार्डास २७ × १४६ = ३९४२ पौंड असते. द. घ. यार्ड काँक्रीटकरता लागणाऱ्या वाळू आणि कंकराची निव्वळ वजने खालीलप्रमाणे असतात :

एकूण मिलावा = ३९४२− (२४५ + ४९०) = ३२०७ पौंड / घ. यार्ड

वाळू = ०·३४ × ३२०७ = १०९० पौंड, अगर ०·५४५ टन

कंकर = ३२०७−१०९० = २११७ पौंड, अगर १०५८ टन

सारणी– १२. द. घ. यार्ड मिलाव्याचे टनात वजन

मिलाव्याचा प्रकार	संदावित	सुटे
वाळू- कोरडी	१·४० ते १·५५	१·३० ते १·४५
वाळू – ओली	१·२० ते १·४५	१·०५ ते १·३५
भरड मिलावा (अलग केलेला)		
३/१६ ते ३/८ इंच	१·३५ ते १·४५	१·२५ ते १·३५
३/८ ते १ १/२ इंच	१·३० ते १·४०	१·२५ ते १·३५
१ १/२ ते ३ इंच	१·२५ ते १·४०	१·२० ते १·३५
३ ते ६ इंच	१·२० ते १·३५	१·१५ ते १·३०
भरड मिलावा (एकत्रित केलेला)		
३/१६ ते १ १/२ इंच	१·३५ ते १·५५	१·३० ते १·४५
३/१६ ते ३ इंच	१·४० ते १·६०	१·३० ते १·५५
३/१६ ते ६ इंच	१·४५ ते १·७०	१·३५ ते १·६०
एकत्रित केलेले वाळू आणि कंकर कोरडे	१·६० ते १·८५	१·५० ते १·७५

निवडलेल्या आकार-पृथक्करण प्रमाणाप्रमाणे अगर पुरवठ्यांतून तरतूद होण्याची शक्यता असलेल्या प्रमाणाप्रमाणे भरड मिलाव्याचे आणखी विभाजन करावे. कॉंक्रीटमधील घन–यार्डांच्या संख्येने प्राप्त केलेल्या वजनांना गुणून आणि फुकट जाणाऱ्या व उसळून जाणाऱ्या द्रव्याकरता गुंजाईश ठेवून कामाकरता लागणाऱ्या मिलाव्यांतील अनेक आकारांच्या (मिला-यांच्या) एकूण राशी प्राप्त करण्यात येतात.

७९ व्या विभागात दिलेल्या कारणाकरता मिलाव्यांच्या राशी घ. यार्डाऐवजी टनात जास्त चांगल्या तऱ्हेने मांडता येतात. वाहून नेण्याचा खर्चही टनांवर आधारलेला असतो. असे असले तरी कधीकधी असे प्रसंग येतात की वजनांतून राशीत अगर राशीतून वजनांत ही द्रव्ये परिवर्तित करावी लागतात. त्याकरता लागणारी अंदाजी आधार सामुग्री १२ व्या सारणीत दिली आहे.

जेव्हा कामावरील मिलाव्यांत निरनिराळे कमाल आकार वापरावयाचे असतात तेव्हा लागणाऱ्या मिलाव्यांच्या अंदाजाची संगणने पूर्वीच्या सारखीच पण जास्त विस्तारपूर्वक करण्यात येतात.

३६. निवडलेला मिलावा

जेव्हा एकापेक्षा अधिक जागा उपलब्ध असतात तेव्हा मिलाव्याची अंतिम निवड करताना अनेक घटक विचारांत घेतले पाहिजेत. अनेक जागांमधील द्रव्याचा तुलनात्मक दर्जा ही सर्वात महत्वाची बाब असते आणि निवड करताना हिच्यावर सर्वात जास्त भर दिला पाहिजे. विशिष्ट जागेतून काढलेल्या मिलाव्यांच्या पूर्वीच्या वापरा संबंधीच्या माहितीवरून आणि अशा मिलाव्यांच्या दर्जाबद्दल काँक्रीटच्या परीक्षणाने मौलिक माहिती प्राप्त होते. १ ल्या प्रकरणात केलेल्या चर्चेप्रमाणे मिलाव्याच्या ज्या गुणधर्माचा काँक्रीटवर परिणाम होतो अशा गुणधर्माच्यासह अशा लक्षणाचे मूल्यमापन करावे.

मिलाव्यांच्या दर्जावरून त्यांच्यातील फरक ठळकपणे जाणणे शक्य झाले नाही तर त्यांच्या मूलस्थानांची निवड करताना काटकसरीचा दृष्टिकोन विचारात घेणे अवश्य होईल. प्रत्येक स्थानातील त्याचे मूल्यन आणि किती प्रमाणात त्यावर प्रक्रिया करावी लागेल याचा या अभ्यासात समावेश करावा लागेल. जो मिलावा मिश्रण संयंत्रावर किमान खर्चात पोहचविता येईल तो सर्वात काटकसरीचा असेलच असे नाही. एखाद्या जास्त महाग स्थानातून घेतलेल्या मिलाव्याला लागणाऱ्या सिमेंटपेक्षा या मिलाव्यात सिमेंटचा अंश जास्त लागू शकेल. तसेच पुष्कळ वेळा प्रतवारीत सुधारणा कराव्या लागतील. जेव्हा ह्या प्रक्रियांमुळे काँक्रीटमधील सिमेंटचा अंश कमी करता येतो तेव्हा त्यांच्यावरील अशा तऱ्हेचा खर्च पूर्णतया भरून निघतो. सामान्यपणे संपूर्ण खर्च कमीत कमी करून काँक्रीटचा इष्ट दर्जा ज्या मिलाव्यामुळे प्राप्त करता येतो त्या मिलाव्याची निवड करावी.

(उ) पोझोलानिक द्रव्यांचे पूर्वेक्षण .३७ पोझोलानांची वर्गवारी

"पोझोलान" या संज्ञेची पूर्वी व्याख्या केली आहे. त्यांत पोझोलानिक द्रव्याच्या अनेक प्रकारांचा समावेश होतो. पुढे दिलेल्या वर्गवारीत मान्यता पावलेल्या कांही प्रकारांचा सिमावेश केला आहे.

(१) चिकणमाती आणि शेल (त्यांना सक्रिय बनविण्याकरतां प्रतप्त केले पाहिजे.)
केओलिनाइट प्रकार
माँट मॉरिनोलाइट प्रकार
इलाइट प्रकार

(२) ओपॅलाइन द्रव्ये (प्रतप्त करण्याची जरूरी लागेलच असे नाही)
डायटोमेशस मृत्तिका
ओपॅलाइन चर्ट

(३) ज्वालामुखीय टफ आणि प्यूमिसाइट (प्रतप्त करण्याची जरुरी लागेलच असे नाही)

न्हायोलाइटिक प्रकार
अँडेसायटिक प्रकार
फोनोलायटिक प्रकार

(४) औद्योगिक उपपदार्थ, वात भट्टीतील खंगर, फ्लाय राख, सिलिका फ्यूम

अल्कली मिलाव्यांच्या प्रतिक्रियेचे नियंत्रण करणारे पोझोलान २ गटात विभाजित करता येतात. (१) काही अनाकार सिलिशस आणि ॲल्यूमिनस पदार्थ; आणि (२) काही प्रतप्त मॉंटमॉरिलोनाइट प्रकारांची चिकणमाती. पहिल्या गटातील द्रव्यात ओपल आणि कोणच्या तरी प्रकारच्या उच्च ओपलाईन खडकाचा समावेश होतो; १२००° ते १८००°F या व्याप्तीत प्रतप्त केलेली केओलिन चिकणमाती, डायटोमेशस माती, काही न्हायोलिटिक प्यूमिसाइट, आणि काही कृत्रिम सिलिशस कांच, यांचा समावेश होतो. फ्लाय ॲशमुळे होणाऱ्या अल्कली-मिलावा प्रतिक्रियेमुळे चुन्याच्या विस्तरणात परिणामकारक घट होते पण इतरांच्यामुळे ती होत नाही. मॉंटमॉरिलोनाइट गटातील प्रतप्त चिकणमाती अल्कली-मिलावा प्रतिक्रियेवर नियंत्रण ठेवण्यास पुष्कळवेळा परिणामकारक असते. अतिशय पाण्याची गरज लागणे, संकुचन भेगा पडणे, अगर कॉंक्रीट मिश्रण असामान्यपणे घट्ट होणे टाळण्याकरिता १६००°F अगर त्यापेक्षा जास्त तपमानात ही द्रव्ये प्रतप्त करणे आवश्यक असते.

अल्कली-मिलावा प्रतिक्रियेवर नियंत्रण ठेवण्याकरता जर पुऱ्याशा प्रमाणात अनेक प्रकाराचे पोझोलान वापरले तर त्यामुळे कॉंक्रीटमध्ये घालाव्या लागणाऱ्या पाण्यात बरीच वाढ होते. ह्या द्रव्यात डायटोमेशस माती, अनाकार सजल, सिलिकांचे बनविलेले अनेक औद्योगिक उपपदार्थ आणि बऱ्याचशा चिकणमातीयुक्त पोझोलानांचा समावेश असतो. पोझोलानाच्यामुळे पाण्याच्या गरजेत होणारी वाढ, त्यांचे उच्च अवशोषण, कमी विशिष्ट गुरुत्व आणि काही उदाहरणातील उच्च सूक्ष्मतेमुळे होते. कार्बनचा अंश कमी असलेली फ्लाय ॲश सामान्यतः पाण्याची गरज कमी करते.

३८. पोझोलानांच्या भूशास्त्रीय निर्मिती

नैसर्गिक पोझोलानिक द्रव्याचा, ज्वालामुखीय टफ आणि राख अगर स्तरमय निक्षेपांत जमून राहणाऱ्या शेल आणि चिकणमाती यांच्यापासून, आरंभ होतो. ज्याच्या रचना जाड अगर पातळ असू शकतात त्यांच्या गुणधर्मात आणि बनावटीत अत्यंत फरक असू शकतो; अगर ते विस्तृत क्षेत्रात समजात असू शकतात. उदाहरणार्थ मॉंटेरे रचना विस्तृत प्रमाणात वितरली गेली आहे आणि पश्चिम कॅलिफोर्नियामधून सुमारे ३५० मैल अंतरापर्यंत तिचे सामान्य अश्मविद्याधीन गुणधर्म बरेचसे एकसम आहेत. तथापि स्वतःच्या आंतली मॉंटेरे रचना. सिलिशस शेल, चर्टी शेल, चिकणमातीयुक्त शेल, वालुकाश्म, गाळपथ्थर, आणि डायाटोमेशस मृत्तिका यांच्या उच्चप्रमाणांत मसुराकार स्तरांची, बनलेली आहे. एखाद्या

विशिष्ट विभागांत ह्यांतील कोणचाही एक अस्तित्वांत असेलच असे नाही आणि जागो–जागी बनावटीच्या आणि शैलवर्ग वितरण गुणधर्माच्या बाबतीत तो वैशिष्ट्यपूर्णपणे बऱ्याच प्रमाणांत बदलता असतो. बिजली संयंत्रातील ढिगातून फ्लायॲश मिळत असल्याने ती कृत्रिम पोझोलान असते या संयंत्रात इंधन म्हणून भुकटी केलेला कोळसा वापरण्यांत येतो. संभाव्य तफावतीमुळे पोझोलानची भावी मूलस्थाने काटेकोरपणाने अन्वेषित केली पाहिजेत आणि उपयुक्त द्रव्यांची राशि आणि विस्तार प्रस्थापित करण्याकरता त्यातून बारकाईने नमूने घेऊन चाचण्या केल्या पाहिजेत.

३९. अवश्य असणारे नमुने आणि माहिती

डेव्हर प्रयोगशाळेत पोझोलानवर करण्यात आलेल्या चांचण्या ह्या संचना द्रव्यांच्या प्रारंभिक अन्वेषणाचा एक भाग असतो. पोझोलानच्या नमुन्यांचे नमुनाकरण आणि पारेषणाच्या संबंधी दिलेल्या सूचना विभाग २७ व ३१ मध्ये वर्णन केलेल्या कॉंक्रीटच्या मिलाव्यांच्या बाबतीतल्या सुचनांच्या सारख्याच असतात. नमुने अंदाजे प्रत्येकी ५० पौंड वजनाचे असावेत. अविकासित निक्षेपांतील आशादायक द्रव्यांचे नमुने, कोणत्याही स्वाभाविकरीत्या उघड्या पडलेल्या जागेतून अगर खणतीतून अगर जरूर तर चाचणी-गर्ता अगर चर काढून प्राप्त करावेत.

(ऊ) पोझोलानी द्रव्यांच्या डेन्व्हर चाचण्या आणि अन्वेषण

४०. पोझोलानी द्रव्यांच्या चांचण्या आणि विश्लेषण

प्रारंभिक अन्वेषणाकरिता सादर केलेल्या पोझोलानी द्रव्याच्या नमुन्यांच्या शैलवर्ग-विवरणात्मक विश्लेषण आणि रासायनिक आणि भौतिक चांचण्या करण्यांत येतात. ह्या निश्चिती-करणाने कमी दर्जाची व ज्यांच्यावर प्रक्रिया करणें अत्यंत खर्चाची बाब होण्याचा संभव असतो अशी द्रव्ये टाकून देता येतात. कामाच्या गरजा पुऱ्या करू शकतील आणि जी स्वस्तांत मिळू शकतात अशा आशादायक द्रव्यांचे कॉंक्रीटवरील परिणाम संख्यात्मकरीत्या प्रस्थापित करण्याकरता व संभाव्य फायद्याच्या लाभांचा पूर्ण फायदा घेता येईल अशी त्यांची मिश्रणे निश्चित करण्याकरता व पोझोलानांतील काही विपरीत गुण असतील तर ते कमी करण्याकरता नंतर त्यांची कॉंक्रीटमध्यें सर्वांगपरिपूर्ण चांचणी घेण्यांत येते. पोझोलांनाच्या दर्जावर नियंत्रण ठेवणाऱ्या त्यांच्या गुणधर्मांत, दळले जाण्याची क्षमता, प्रतप्तीकरण अगर अन्य उपचारांची गरज, विशिष्ट गुरुत्व, सूक्ष्मता, जलावश्यकता, पोर्टलंड सिमेंटसह शक्तिविकास, अल्कली मिलाव्यावरील परिणाम, उष्णता उत्पादन, वगैरेंचा समावेश होतो. उदाहरणार्थ प्रक्रिया–खर्चात दळल्या जाण्याची क्षमता प्रतिबिंबीत होते. विशिष्ट गुरुत्वावरून सिमेंट व पोझोलान यांच्यामधील वजन – आयतन संबंधाचे नियंत्रण करता येते. जलावश्यकतेत वाढ झाली की शुष्कन आकुंचनांत वाढ होते. आणि कॉंक्रीटचे गोठण आणि वितळण यांच्या कालावधीत घट होते पण वायुधारक द्रव्याचा वापर केल्याने कांही प्रमाणात हे परिणाम कमी होतात.

(ए) अन्य द्रव्यांची डेन्व्हर अन्वेषणें.

४१. सिमेंटची अन्वेषणें.

प्रत्येक प्रकल्पावर वापरण्याकरता कोणच्या प्रकारच्या सिमेंटची निवड करावयाची त्याचा विचार करण्यांत येतो. कॉंक्रीटच्या मोठाल्या धरणाच्या करता जर पोझोलानचा वापर करून मंद उष्णता निर्मिती होईल अशी खात्री नसेल तर मंद जलयोजन – उष्णता असलेले सिमेंट सामान्यत: पसंत करण्यात येते. या कामाच्या करता करण्यात येणाऱ्या कॉंक्रीटच्या अन्वेषणांत धरणातील कॉंक्रीटला लागू पडणाऱ्या तपमान चक्राखाली अवातमुद्रित चाचणी-नमुने पक्व करून भारी कॉंक्रीटच्या आत घडणाऱ्या परिस्थितीत घेतलेल्या परिपूर्ण चाचण्यांचा समावेश असतो. विशिष्ट सिमेंटचे गुणधर्म निर्धारित करण्याकरता व बांध-कामात वापरण्यात येणाऱ्या द्रव्याबरोबर वापरण्याकरता सिमेंटच्या योग्य प्रकाराची निवड करण्यास ह्या चांचण्या उपयोगी पडल्या आहेत.

सिमेंटची निवड करण्यात आणि मोठ्या धरणाच्यावर निर्माण होणाऱ्या तपमानाशी संबंधित असलेल्या समस्या सोडविण्यात कॉंक्रीटचे औष्णिक गुणधर्म निश्चित करण्या-चाही अंतर्भाव होतो. निरनिराळ्या कॉंक्रीटमधील औष्णिक प्रवाहात बराच फरक असल्याने आणि मिलाव्याच्या स्वभावधर्माचा कॉंक्रीटच्या औष्णिक गुणधर्मावर ठळकपणें प्रभाव पडत असल्यानें विशिष्ट उष्णता आणि औष्णिक संवाहकता यांच्या निश्चितीसाठी चांचण्या मिलावा आणि मिश्रणाची अंदाजी प्रमाणें निवडल्यानंतरच करण्यांत येतात.

ब्युरोच्या बांधकामावर कधीकधी असे प्रसंग आले आहेत की त्यावेळी सिमेंटची आभासी पक्वता अगर त्याच्या इतर असामान्य बर्तावाला तोंड द्यावे लागले. अशा अनुभवाची तप–शीलवार नोंद करावी आणि विश्लेषण आणि अभ्यासाकरता सिमेंटचे एक पोते पाठवून द्यावे संबंधित विशिष्ठ मालाची आधारसामुग्री, कारखान्यातील कणगीचा क्रमांक आणि सिमेंटचा काल यांचा क्षेत्रीय अहवालांत समावेश करावा.

४२. संमिश्रणांचीं आणि मोहोरबंदी मिश्रणांचीं अन्वेषणे

परिस्थित्यनुरूप प्रसंगोपात निरनिराळ्या प्रकारच्या संमिश्रणांच्या चांचण्या करण्यात येतात. कॉंक्रीटमध्ये अल्प प्रमाणात हवा धारित करण्याचे भरीव फायदे होत असल्याने वायुधारक द्रव्याचे मुल्यमापन करण्याकरता विस्तृत प्रमाणात अन्वेषणे करण्यात आली आहेत आणि ती चालू आहेत. वायुधारित कॉंक्रीटच्या गुणधर्माच्या व्यापक अभ्यासाचा ह्यात समावेश होतो.

जलघटि द्रव्ये आणि पक्वता नियंत्रक द्रव्यांसारख्या निरनिराळ्या संमिश्रणांचा विशिष्ठ कामावर वापर करण्याने फायदेशीर परिणाम घडतात. निरनिराळ्या स्थानांतून आणलेल्या सिमेंटवर ह्या द्रव्यांची एकसारखी प्रतिक्रिया होत नाही तसेच एकाच स्थानांतून घेतलेल्या सिमेंटवरही ती नेहमीच एकसारखी असत नाही. विशिष्ठ शिफारशी करण्यापूर्वी वापरण्यात

येणाऱ्या सिमेंट आणि मिलाव्यासकट प्रस्तावित द्रव्यांची चांचणी करावी लागते. परिशिष्ठांतील पदसंज्ञा ४१ शी जुळतील अशा चांचण्या ह्या द्रव्यांची उपयुक्तता ठरविण्याकरिता करण्यात येतात. त्यांचा उपयोग करण्यास मान्यता मिळविण्याकरता डेन्व्हर, कोलो, येथील घ. नं. ५३ लक्ष्य २९०, मुख्य अभियंता, ब्यूरो ऑफ रेक्लमेशन यांच्याकडे विनंत्या कराव्यात.

काँक्रीटच्या मुरवणाकरता लागणाऱ्या मोहोरबंदी मिश्रणाच्या विनिर्देशनांतील आवश्यकतांचे पालन करण्याकरता निरनिराळ्या पद्धतीमधील आणि वापराच्या परिस्थितीतील त्यांच्या बर्तावासंबंधी जादा माहिती गोळा करण्याकरता आणि सुधारलेली मिश्रणे विकसित करण्याच्या शक्यतांचे समन्वेषण करण्याकरता चांचण्या घेण्यात येतात.

४३ पाणी आणि मातींचे नमुने घेणे आणि विश्लेषण

काँक्रीटच्या मिश्रणाकरता आणि मुरवणाकरता आणि मिलावा धुण्याच्या कामी लागणारे जवळपास मिळणारे पाणी विनिर्देशीय आवश्यकता पुऱ्या करते अगर कसे हे पाहण्याकरता जागेवर उपाय योजिले पाहिजेत. तसेच काँक्रीटशी संबंध येणारे पाणी आणि माती यांच्यात सल्फेटची हानिकारक संकेंद्रणे आहेत की काय याची जागेवर पाहणी करण्याचे उपाय योजावेत. विभाग ६ व १९ मध्ये चर्चिलेल्या टिकाऊपणासंबंधीच्या विचारावर या गरजा आधारित कराव्यात.

उपलब्ध असलेले जे पाणी वापरण्याची इच्छा आहे त्याचा दर्जा अर शंकास्पद असेल तर तो निश्चित करण्याकरता संपूर्ण अहवालासह त्या पाण्याचा नमुना डेन्व्हर येथील प्रयोगशाळांकडे पाठवावा. पृष्ठजल, भूजल अगर माती यांचा काँक्रीटवर संक्षारक परिणाम होण्याची जर शक्यता वाटली तर त्यावर योजावे लागणाऱ्या संरक्षक तरतुदी निश्चित करण्याकरता त्या मातीचे अगर भूजलाचे नमुने सादर करावेत. ह्या बाबींचा विचार करण्याकरता पुरेसा वेळ मिळण्याची खात्री असावी म्हणून अन्वेषणाच्या सुरवातीच्या टप्प्यातच याची कार्यवाही करावी. नमुने घेऊन अशा तऱ्हेने त्यांचे अहवाल सादर करावेत की ज्या लवणाच्या अंतिम संकेंद्रणाचा (सामान्यपणे सल्फेट) बांधकामावर प्रभाव पडणार आहे त्याची निश्चिती होऊ शकेल. सल्फेटची लवणे कमी निःसारक्षेत्रात संकेंद्रित होतील आणि त्यामुळे पातळ भिंती असलेल्या काँक्रीटच्या संरचनांचे जलदगतीने विघटन होण्याची शक्यता असते. या कारणाकरता कालव्याची अस्तरे, आधार भिंती, काँक्रीटच्या नळ्यासारखी बांधकामे जेथे केली जातात तेथील मातीकडे विशेष लक्ष द्यावे. परिशिष्ठांतील पदसंज्ञा ३ मध्ये पाणी आणि मातीचे नमुने घेण्याच्या क्रियापद्धती दिल्या आहेत.

प्रकरण ३ रे – कॉंक्रीटची मिश्रणे

४४. **सामान्य विचार** – कॉंक्रीटमधील अंतर्वस्तूंची प्रमाणे, त्यांची जाग्यावर पसरण्याची क्षमता, टिकाऊपणा, आणि शक्ति कॉंक्रीटमध्ये निर्माण होईल अशा तऱ्हेने उपलब्ध द्रव्यांचा अत्यंत काटकसरीने उपयोग करता यावा, अशी निवडावीत. प्रस्थापित मूळ संबंध आणि प्रयोगशाळेतील चांचण्यांच्यामुळे अनुकूल संमिश्रणाच्या निकट पोहोचण्याचा मार्ग उपलब्ध होतो. तथापि, प्रत्यक्ष प्रयोग आणि समायोजन जागेवर करूनच अंतिम प्रमाणे ठरवावीत.

येथे माहितीची जी रूपरेखा दिली आहे ती ACI च्या १९५४ मधील कार्यवाहीच्या ५० व्या खंडातील १०५ ते १२० या पानांवरील "रेकमेंडेड प्रॅक्टिस फॉर सिलेक्टिंग प्रपोर्शन्स फॉर कॉंक्रीट" या ६१३ व्या प्रकाशनात सादर केलेल्या रूपरेखेसारखीच आहे.

पाणी, सिमेंट आणि मिलावा मिळून अवश्यकतया कॉंक्रीट बनलेले असते. काही वेळा त्यात एक संमिश्रण मिसळलेले असते – त्याचा उद्देश सामान्यतः हवा धारित करण्याचा असतो, पण कधी कधी त्याला अन्य कारणेही असतात. कॉंक्रीटची शक्ति आणि टिकाऊपणावर व मिश्रणाकरता लागणाऱ्या मिश्रक पाण्याच्या राशीवर मिलावे आणि सिमेंट यांचा ठळक प्रमाणात प्रभाव पडतो. अंतर्वस्तूंची मूलस्थाने जेव्हा एकच असतात तेव्हा सिमेंटची राशि, मिलाव्यांची प्रतवारी आणि कमाल आकार, आणि कॉंक्रीटची संघनता यांच्यात, शक्तीत फारशी बाधा न होता, व्यापक प्रमाणात फेरफार करता येतो मात्र जल–सिमेंट गुणोत्तरावरून ठरविलेला सिमेंटच्या गंधाचा दर्जा स्थिर ठेवला पाहिजे.

निरनिराळ्या निक्षेपातून घेतलेला मिलावा आणि निरनिराळ्या कारखान्यातील सिमेंट यांच्याप्रमाणे जेव्हा अंतर्वस्तूंची मूलस्थाने भिन्न असतात तेव्हा जरी जल-सिमेंट गुणोत्तर स्थिर राखले तरी कॉंक्रीटच्या शक्तीत आणि टिकाऊपणात बऱ्याच प्रमाणात फरक पडतो. म्हणून कॉंक्रीटचे गुणधर्म प्रस्थापित करण्याकरता प्रयोगशाळेत आगाऊ चांचण्या घेणे इष्ट असते. प्रकल्पावर नियंत्रणाकरिता प्रयोगशाळा स्थापन करण्यापूर्वी डेन्व्हर येथील प्रयोगशाळांत ह्या चांचण्या करण्यात येतात. जेथे कॉंक्रीटच्या चांचण्या घेणे अव्यवहार्य असते अशा लहान कामांवर मिलाव्यांच्या गुणधर्मांच्या माहितीवरून स्वेच्छेनुसार प्रस्थापित केलेले संबंध लागू करून अंतर्वस्तूंचे योग्य प्रकारचे चांगले संमिश्रण ठरविता येते. तथापि, सुरवातीची प्रमाणे निवडताना जी कार्यपद्धति अनुसरण्यात आली तिचा विचार न केला तरीही (कॉंक्रीट) पसरण्याकरता लागणाऱ्या गरजांची पूर्तता व्हावी म्हणून सामान्यपणे जागेवर मिश्रणात समायोजन करावे लागते.

प्रस्थापित संबंधातून प्रमाणांचे अंदाज करण्याकरता वापरण्यात आलेल्या प्रयोगशाळेतील आधारसामुग्रीत, यांत्रिकी–विश्लेषण, विशिष्ट–गुरुत्व, सूक्ष्म आणि भरड अशा दोन्ही

मिलाव्यांतील अवशोषण, आणि भरड मिलाव्यांचे दंडित-शुष्क एकत्र वजन, यांचा समावेश असतो. सिमेंटचे प्रत्यक्ष विशिष्ट गुरुत्वही माहीत असावे, पण जर ते माहीत नसले आणि ते सहजपणे निश्चित करता येणे शक्य नसेल तर ३.१५ हे मूल्य वापरावे; ते योग्य प्रमाणात अचूकतेची खात्री देते. शिवाय, प्रत्येक मिलाव्यातील एकूण आर्द्रतांश, बाटच्यांच्या वजनांचे संगणन करण्यासाठी, जागेवर वापरताना माहीत असला पाहिजे.

१४ व्या अनुच्छेदात चर्चा केल्याप्रमाणे, हेतुपूर्वक हवा धारित केल्याने, काँक्रीटच्या सुकार्यतेत आणि झीज प्रतिरोधकतेत सुधारणा होते. वायुधारणेमुळे काँक्रीटची शक्ति कधी कधी कमी होते परंतु पाण्याची गरज कमी होणे आणि जल–सिमेंट गुणोत्तर कमी होणे या गोष्टींचा जर फायदा घेतला आणि सिमेंटच्या अंशात जर बदल केला नाही तर (शक्तीतील) ही घट जास्त नसते, आणि दर घ. या. काँक्रीटमध्ये सुमारे ६ गोण्या सिमेंटपेक्षा अधिक भारी मिश्रणांच्या व्याप्तीतच ही घट महत्वाची ठरते दर घ. या. काँक्रीटमध्ये ४½ गोण्यांपेक्षां कमी सिमेंट असलेल्या निबल मिश्रणातील शक्ति सामान्यतः योग्यप्रमाणात धारित वायूत वाढ करून वर्द्धिगत करण्यात येते.

४५. **प्रमाणांची निवड** –काँक्रीटमधील मिश्रणाची प्रमाणे अशा तऱ्हेने निवडावीत कीं .

१) वस्तुमान समरुप होण्याकरता (भरड मिलावा ज्यास्तीत ज्यास्त प्रमाणात वापरून) कमालीची दुर्नम्य संघनता असलेले काँक्रीट, स्पंदन करुन जागेवर क्षमतेने पसरता यावे.

२) स्वस्तात उपलब्ध असलेला आणि कामावरील गरजेशी जुळणारा मिलाव्याचा कमाल आकार वापरता यावा.

३) काँक्रीटशी संबंधित हवा आणि इतर हानिकारक घटकांना समाधानकारकपणे तोंड देता येईल असा टिकाऊपणा असावा.

४) (काँक्रीटवर) पडणाऱ्या भारामुळे ते खराब होण्याचा धोका न राहील इतकी पुरेशी शक्ति (त्यात) असावी.

४६. **लागणाऱ्या पाण्याचा अंदाज** – सर्वोच्च शक्ति, टिकाऊपणा आणि इतर इष्ट गुणधर्म मिळावेत म्हणून जागेवर काँक्रीट पसरताना ते योग्य प्रकारे हाताळता येईल अशी मिश्रक पाण्याची सुसंगत राशि वापरावी.

इच्छित संघनता असलेले मिश्रण तयार करण्याकरता काँक्रीटच्या एकक आयतनास लागणाऱ्या पाण्याच्या राशीवर मिलाव्याचा कमाल आकार, कणाचा बांधा, आणि प्रतवारी यांचा आणि धारित वायूच्या अंशाचा प्रभाव पडतो. मिश्रणांच्या सामान्य व्याप्तीत सिमेंटच्या राशीचा पाण्याच्या गरजेवर तुलनेने परिणाम होत नाही. अवपाताकरता शिफारसित केलेल्या मर्यादा १३ व्या सारणीत दिल्या आहेत. काँक्रीट प्रमाणापेक्षा ज्यास्त ओले होऊ देऊ नये कारण त्याचे नियोजन न होता ते जागेवर पसरणे जड जाते; जवळ जवळ निश्चितपणे ते कमताकत असते आणि त्यात टिकाऊपणाचा अभाव असतो.

सारणी क्रमांक १३

निरनिराळ्या प्रकारच्या कॉंक्रीटकरता शिफारस केलेले अवपात –

बांधकामाचा प्रकार	कमाल अवपात [1]इंचात
अतिभारी संरचना	२
कालव्याचे अस्तर	३
लाद्या व भोगद्यातील उलटी बाजू	२
भिंतींचे, मध्यपादांचे, कठड्यांचे माथे, आणि किनारी	२
बोगद्यातील पार्श्व भिंती आणि कमानीचे अस्तर	४
इतर संरचना	३

१) कॉंक्रीट टाकल्यानंतर पण दृढीकरण होण्यापूर्वीचे हे कमाल अवपात आहेत आणि १४ व्या सारणीत निर्दिष्ट केलेल्या वायूचे अंश असलेल्या मिश्रणांच्या करता ते आहेत.

१४ व्या सारणीत दिलेल्या पाण्याच्या राशी पुरेशा बिनचुक आहेत ; ब्यूरोच्या नेहमीच्या मर्यादेतील प्रतवारीच्या निरनिराळ्या कमाल व बऱ्याच प्रमाणात सुयोग्य आकाराच्या मिलाव्यांकरता अपेक्षित असलेल्या राशींची ही सरासरी आहे. अन्यप्रकारे उपयुक्त असलेल्या मिलाव्याकरता १४ व्या सारणीत दिलेल्या पाण्यापेक्षा जर जास्त पाणी लागत असेल तर सामान्यपणे अपेक्षित असलेल्यापेक्षा त्याचा आकार आणि प्रतवारी कमी अनुकूल असेल. इच्छित जल-सिमेंट गुणोत्तर टिकून राहण्याकरता, जर प्रयोगशाळेत केलेल्या चाचण्यांवरून अन्यतः सूचित होत नसेल तर, अशा मिलाव्यातील प्रमाणांचे समायोजन करावे.

१४ व्या सारणीत सूचित केलेल्यापेक्षा काही द्रव्यात पाणी कमी लागणे शक्य असते. अशांच्या बाबतीत प्रयोग शाळेत केलेल्या शक्ति आणि टिकाऊपणाच्या चांचण्यारून सिमेंटच्या अंशात समुचित समायोजन करण्याची जरुरी पडेल. तथापि गोल कंकर व सामान्यपणे कोपरेदार असलेला भरड मिलावा यांच्यापासून, जरी ते दोन्ही सारख्या प्रतवारीचे असले तरी, जल-सिमेंट गुणोत्तरात फरक असताना सुद्धा तितक्याच सिमेंटच्या अंशाकरता सामान्यपणे सारख्याच शक्तीचे कॉंक्रीट तयार होते. तसेच, प्रमाणे सारखी असताना निरनिराळी सिमिटे वापरुन बऱ्याच प्रमाणात भिन्न शक्ति असलेली कॉंक्रीटे तयार होतात.

सारणी क्र. १४

दर घ. वार्ड कॉंक्रीट करता लागणारे हवा आणि पाणी यांचे अंदाजी अंश व सूक्ष्म आणि भरड मिलाव्यांची प्रमाणे-

(सूक्ष्मतागुणांक २·७५ असलेली नैसर्गिक वाळू व सर्वसाधारण भरड मिलावा असलेल्या आणि मिश्रकाजवळ ३ ते ४ अवपात असलेल्या कॉंक्रीटकरता)

(२·७५ सूक्ष्मता गुणांक असलेली नैसर्गिक वाळू व सामान्य भरड मिलाव्याचा समावेश असलेल्या आणि मिश्रकापाशी ३ ते ४ इंच अवपात असलेल्या कॉंक्रीट करता)

भरड मिलाव्याचा कमाल आकार इंच	कॉंक्रीटच्या दर एकक आकारमानाकरता भरड मिलाव्याचे प्रतिशत शुष्क दाबित (dry rodded) एकक वजन	वायुधारित कॉंक्रीट			अवायुधारित कॉंक्रीट		
		शिफारशित प्रतिशत वायु अंश	सपाणी जरूर पौंड/घ. यार्ड	घन राशीत एकूण मिलाव्याच्या प्रतिशत् वाळू	अडकलेल्या वायूचे अदाजे टक्केवारी	सपाणी जरूर पौंड/घ. यार्ड	घन राशीत एकूण मिलाव्याच्या प्रतिशत् वाळू
[illegible]	४१	[illegible]	[illegible]	[illegible]	३.०	[illegible]	५१
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	४५
१	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	३००	४१
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	२८०	३६
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	२६५	३३
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	३१
६	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	२८

अन्य परिस्थितींच्या करता मूल्यांचे समायोजन

अनुबद्ध परिस्थितीतील बदल	मूल्यांच्यावरील परिणाम		
	सपाणी जरूर	प्रतिशत वाळू	शुष्क दाबित भरड मिलाव्याची टक्केवारी
वाळूच्या सूक्ष्मता गुणांकातील प्रत्येक ०.१ वाढ अगर घट	— —	± ½%	∓ १%
घसरणातील दर १ इंच वाढ अगर घट	± ३%	— —	— —
वायु अंशातील दर १ प्रतिशत वाढ अगर घट	∓ ३%	∓ ०.५ ते १%	— —
जल-सिमेंट गुणोत्तरातील दर ०.०५ वाढ अगर घट	— —	± १%	— —
वाळूच्या भागातील दर १ टक्का वाढ अगर घट	± १½%	— —	∓ २%
खोरदार भरड मिलाव्याकरता	+ [illegible]	+ ३% ते ५%	— —
हलक्या [illegible] कमी अवपाताच्या कॉंक्रीट करता	− ३%	− ३%	+ ३%

टीप – जर प्रतिशत वाळू पद्धतीने मिलाव्याचे प्रमाणीकरण केले असेल तर पहिला आणि दुसरा स्तंभ वापरावा. जर शुष्क दाबित भरड मिलावा पद्धति वापरली असेल तर पहिला आणि तिसरा स्तंभ वापरावा.

188–P–1558

पाण्याचे वजन सामान्यपणे दर घन फुटास ६२.३ पौंड धरण्यात येते. पाण्याचे तपमान ६०°F च्या पेक्षा कमी असताना हे वजन दर घन फुटास ६४.४° F धरण्यात येते.

४७. लागणाऱ्या सिमेंटचा अंदाज – पुरेशा टिकाऊपणाच्या व शक्तीच्या स्वरूपात, कॉंक्रीटच्या दर्जाची आवश्यकता निवेदित करण्यात येते. दिलेल्या पाण्याच्या गरजेकरता कॉंक्रीटचा दर्जा सिमेंटच्या अंशाच्या प्रमाणात असतो. कॉंक्रीटचा टिकाऊपणा आणि शक्ति जरी अनेक चर घटकांवर अवलंबून असली तरी अपेक्षित उघडेपणाला तोंड देईल इतक्या पुरेशा दर्जाचे सिमेंटचे गंध होईल अशी खात्री देणारी प्रमाणे निवडावीत ; अन्य घटकांच्या उपयुक्त नियंत्रणाने नंतरच शक्तिमान टिकाऊ कॉंक्रीटची खात्री मिळेल. म्हणून दिलेल्या कॉंक्रीटकरता लागणाऱ्या सिमेंटची गरज, त्यातील पाण्याची गरज आणि जल–सिमेंट गुणोत्तर यांच्यावरून संगणित करण्यात येते. वायुधारणाचा योग्य प्रकारे उपयोग केला असताना उघडेपणाच्या भिन्नभिन्न तीव्रतांच्याकरता अनुज्ञेय कमाल जल–सिमेंट गुणोत्तरांची निवड करण्याकरता १५ वी सारणी मार्गदर्शक म्हणून काम देईल –

सारणी क्रमांक १५

कॉंक्रीटकरता लागणारी निव्वळ जल-सिमेंट गुणोत्तरे –

कॉंक्रीट अगर संरचनेचा प्रकार अगर स्थान, उघडेपणाचे प्रमाण	वजनाने जल–सिमेंट गुणोत्तर	
	तीव्र हवामान, तपमानाचे व्यापक क्षेत्र, गोठण आणि वितळणाचे दीर्घ कालावधी, अनेकदा वरचेवर गोठण आणि वितळण होणे.	सौम्य हवामान, पावसाळी अगर कोरडी हवा, क्वचित बर्फ अगर हिमतुषार
अ) भिंती, पेट्या, मध्यपाद आणि कठड्याच्या भिंतींच्या वरचे २ फूट ; सर्व किनारी, उंबरे, कडा, टोप्या, कोपरे आणि झुकाव यांच्या खाली येणारे संरचनांच्या भागातील कॉंक्रीट, पाण्याच्या खालीवर होणाऱ्या पातळीच्या मर्यादेतील आणि ज्यावर हिमतुषार पडतील असे कॉंक्रीट. हे धरणांचे, सांडव्यांचे, निचरा करणाऱ्या नाल्यांचे, निकास पेट्यांचे, बोगद्यांच्या प्रवेश आणि निर्गम द्वारांचे, पुच्छजल भिंतींचे, झडप गृहांचे, कालव्यांच्या संरचनांचे, आणि अन्य कॉंक्रीटच्या कामांचे भाग असतात.	०.४५±०.०२	०.५५±०.०२
आ) 'अ' पेक्षा कमी तीव्र असलेल्या प्रभावाखालील उघड संरचनातील अगर त्यांच्या भागातील कॉंक्रीट, उदाहरणार्थ गोठणाच्या प्रभावाखाली असणारी बोगद्यांची अस्तरे आणि सायफन, भारी कॉंक्रीटचा बाहेरील भाग, आणि "अ" त समाविष्ट न झालेले इमारतींचे इतर उघडे पडलेले भाग.	०.५०±०.०२	०.५५±०.०२

(पुढे चालू)

इ) पुनः भराव करुन झाकून टाकण्यात येणाऱ्या अगर सतत पाण्याखाली राहणाऱ्या अगर हवेच्या दुष्परिणामापासुन अन्य तऱ्हेने संरक्षण केलेल्या उदाहणार्थ, काटबांध, पाये, उपसंरचनांचे भाग, धरणे, ट्रॅशरॅक्स, दरवाजांच्या खोल्या, निर्गमद्वारांची कामे आणि नियंत्रण गृहे, यांच्या सारख्या संरचना अगर त्यांचे भाग यातील काँक्रीट. (बांधकाम चालू असताना अनेक ऋतूमध्ये टिकून राहील अशा तऱ्हेने बांधकामावर तीव्र प्रभाव पडण्याची शक्यता दिसत असल्यास सर्वात जास्त उघड्या-पडणाऱ्या भागाकरता जल–सिमेंट गुणोत्तर ०.०५ नी कमी करावे.)	०.५८±०.०२	०.५८±.०२
ई) जमिनीतील आणि भूजलातील सल्फेट अल्कलींचा आघात होणारे आणि सौम्य हवामानात टाकण्यात येणारे काँक्रीट	...	०.५०±०.०२
उ) जमिनीतील आणि भूजलातील सल्फेट अल्कलींचा आघात होणारे पण गोठणाऱ्या हवेत, जेव्हा मिश्रणात सामान्यमणे कॅल्शियम क्लोराइड घालण्यात येते तेव्हा, पसरण्यात येणारे काँक्रीट. यात कॅल्शियम क्लोराईड वापरू नका पण दाखविलेल्या मूल्यापर्यंत ज/सि कमी करा.	०.४५±०.०२	...
ऊ) ट्रेमीच्या सहाय्याने पाण्यात सोडलेले काँक्रीट	०.४५±०.०२	०.४५±०.०२
ए) कालव्यावरील अस्तर	०.५२±०.०२	०.५८±०.०२
ऐ) धरणाच्या आतल्या भागातील काँक्रीट	ह्या काँक्रीटचे गुणधर्म, त्याची शक्ति, औष्णिक गुणधर्म, आणि आयतन-परिवर्तन ह्यानी, शासित केले जातील. ह्याकरता लागणाऱ्या गरजा प्रत्येक संरचनेकरता प्रस्थापित करण्यात येतील.	

आवश्यक शक्ति निर्माण करण्यास लागणारे कमाल जल–सिमेंट गुणोत्तर अगर सिमेंटचा किमान अंश, प्रयोगशाळेत चांचण्या करून, सामान्यतः निश्चित करण्यात येतो. त्यावेळी, जी द्रव्ये प्रकल्पावर वापरण्यात येणार असतील तीच द्रव्ये वापरण्यात येतात. भिन्नभिन्न जल–सिमेंट गुणोत्तराकरिता कॉंक्रीट वायुधारित केलेले असताना आणि नसताना अशा दोन्ही वेळा जी किमान सरासरी शक्ति अपेक्षित केलेली असते तिचे सन्निकट मान १६ व्या सारणीत दाखविले आहे. ह्या सारणीत १४ व्या अनुच्छेदातील १८ व्या आकृतीत चित्रित केलेल्या काही मूल्यांची यादी दिली आहे. ही नेमस्त सारणी आहे व प्रयोग शाळेतील चांचण्यावरुन खात्री करुन घेईपर्यंत कॉंक्रीटच्या शक्तीचा अंदाज करण्याकरता वापरता येईल

सारणी क्र. १६

निरनिराळ्या जल–सिमेंट गुणोत्तरांच्याकरिता कॉंक्रीटची किमान सरासरी संभाव्य संपीडक शक्ति, दर चौ. इंचास पौंड.

जल–सिमेंट गुणोत्तर. . . मापी	२८ दिवसानंतरची संपीडक शक्ति	
	वायुधारित कॉंक्रीट	अवायुधारित कॉंक्रीट
०.४० ..	४, ३००	५, ४००
०.४५ ...	३, ९००	४, ९००
०.५० ...	३, ५००	४, ३००
०.५५ ...	३, १००	३, ८००
०.६० ...	२, ७००	३, ४००
०.६५ ...	२, ४००	३, ०००
०.७० ...	२, २००	२, ७००

१६ व्या सारणीत दिलेल्या जल–सिमेंट गुणोत्तराकरिता दाखविलेल्या शक्ती, अवायुधारित कॉंक्रीटच्यापेक्षा वायुधारित कॉंक्रीटकरिता, अंदाजे २० टक्क्यानी कमी आहेत. वायुधारित कॉंक्रीटकरिता शिफारसित केलेल्या वायूचा अंश आणि वायुधारक द्रव्याशिवाय केलेल्या कॉंक्रीटमध्ये असलेली हवेची राशी, मिलाव्यातील भिन्नभिन्न कमाल आकारांच्याकरिता, ढोबळपणे सारख्याच असल्याने, अंदाज करण्याच्या कामाकरिता हे सन्निकट मान पुरेसे अचूक असते. तथापि हे उघड आहे की, सारणीत दाखविलेल्या घटी, जेव्हा वायुधारित कॉंक्रीट आणि अवायुधारित कॉंक्रीट या दोन्हीकरिता जल-सिमेंट गुणोत्तर सारखे असते तेव्हाच लागू होतात. जर सिमेंटच अंश आणि संघनता स्थिर राखली तर वायुधारित

कॉंक्रीटपेक्षा अवायुधारित कॉंक्रीटमध्ये मिश्रक पाणी कमी लागते आणि जल-सिमेंट गुणोत्तरातील परिणामी घटीमुळे शक्तीत वाढ होते व त्यामुळे वायुधारणामुळे शक्तीत होणाऱ्या घटीची अंशतः भरपाई होते.

१५ व्या अगर १६ व्या सारणीतून (जे मूल्य कमी असेल ते कोणचेही) निवडलेले कमाल अनुज्ञेय जल-सिमेंट गुणोत्तर निवडून आणि १४ व्या सारणीतून पाण्याचा अंश घेऊन सिमेंटचा अंश संगणित करण्यात येतो; जलांशाला जल–सिमेंट गुणोत्तराने भागून हे संगणन साध्य केले जाते. जर सिमेंटचा किमान अंश विनिर्देशित केला असेल तर, शक्तीचा अंदाज करण्याकरिता तत्सम जल-सिमेंट गुणोत्तर जलांशाला सिमेंटच्या अंशाने भागून संगणित करता येते.

४८. **लागणाऱ्या मिलाव्याचा अंदाज –** काही अपवाद सोडून कामावरील गरजेशी अनुरूप अशी भरड मिलाव्याची जास्तीत जास्त रास जेव्हा वापरण्यात येते तेव्हा दिलेल्या मिलाव्याच्या आणि सिमेंटच्याकरिता, मिश्रक जलाची किमान राशि आणि कमाल शक्ति निष्पन्न होते. वापरता येण्याजोगी भरड मिलाव्याची राशि, त्याच्या कमाल आकाराप्रमाणे वाढते. द्रव्यांची प्रयोगशाळेत अन्वेषणे करून ही राशि अत्यंत परिणामकारकपणे निश्चित करता येते. तथापि १४ व्या सारणीत दाखविलेल्या प्रस्थापित अनुभवाधिष्ठित संबंधावरून अत्युत्तम प्रमाणांचा चांगल्या प्रकारे उपयोग करता येतो. कोष्टकित मूल्ये ही कॉंक्रीटच्या एकक राशीत वापरता येणाऱ्या भरड मिलाव्याच्या दंडित–शुष्क एकक वजनाच्या टक्केवाऱ्या आहेत.

सारणी क्र. १७

निरनिराळ्या प्रकारच्या बांधकामाकरिता शिफारस केलेले मिलाव्याचे कमाल आकार -

छेदाची इंचात किमान मापे	[1] मिलाव्याचे कमाल आकार, – करता		
	सलोह भिंती, तुळया आणि खांब	भारी प्रतिबलित लाद्या	हलक्या प्रतिबलित अगर अप्रतिबलित लाद्या
५ अगर त्याहून कमी	...	३/४ ते १ १/२	३/४ ते १ १/२
६ ते ११	३/४ ते १ १/२	१ १/२	१ १/२ ते ३
१२ ते २९	१ १/२ ते ३	३	३ ते ६
३० अगर त्याहून जास्त	१ १/२ ते ३	३	६

१. चाळणीच्या चौकोनी द्वारांवर आधारित.

मिलाव्याच्या कमाल आकाराच्या शिफारसित सीमा १७ व्या सारणीत दिल्या आहेत.

काटकसरीच्या मर्यादा संभाळून आणि कामावरील गरजांना अनुसरून मिलाव्याचा अनुज्ञेय असलेला सर्वात जास्त मोठा आकार वापरावा. कारण त्यामुळे पाण्याच्या आणि सिमेंटच्या गरजा, १८ व्या अनुच्छेदात चर्चा केल्याप्रमाणे, कमी करता येतात. जेव्हा पोलादी पडद्यामधून सर्व अगर बरेचसे काँक्रीट टाकावे लागते तेव्हा, प्रतिबली शिगांच्या दरम्यान असणाऱ्या किमान अंतराच्या ३/४ पेक्षा हा कमाल आकार सामान्यत: जास्त असता कामा नये. तथापि, पोलादी पडद्यांच्यामधून अगर पुढून काँक्रीट टाकण्याकरता जागा उपलब्ध असेल आणि काँक्रीटचे परिणामकारक स्पंदन केले तर, काँक्रीटची भरणी व दृढीकरण चांगले होण्याची खात्री असावी म्हणून, शिगांच्यामधील अंतरापेक्षा मिलाव्याचा कमाल आकार लहान असण्याची अगर फर्म्यातील अवकाश कमी असण्याची काँक्रीटच्या मिश्रणात जरुरी नाही. स्पंदनामुळे शिगांच्या भोवती आणि शिगा व फर्मे यांच्यामध्ये आकारित होणारा मिश्रणातील तो भाग, जर लहान आकाराचा मिलावा वापरून भरून घेतला असता तर जो दर्जा प्राप्त झाला असता त्यापेक्षा, कमी दर्जाचा झाला नसता. संरचनेच्या आतल्या बाजूचा मिश्रणाचा उरलेला भाग जोपर्यंत तो थराथराने खात्रीशीरपणे दृढीकृत केला जात आहे तोपर्यंत जास्त चांगला असतो कारण त्यातील चुना आणि जलांश कमी झालेले असतात.

जर काँक्रीटच्या एकक राशी करता दंडित–शुष्क मिलाव्याची दिलेली टक्केवारी वापरली आणि (जरी सिमेंट, पाणी, हवा, आणि वाळूच्या घनराशीत अदलाबदल केली तरी) चुन्याची राशि कायम रहात असेल तर, मिलाव्याचा तौलनीय आकार आणि प्रतवारी असताना तौलनीय सुकार्यतेच्या काँक्रीटची अपेक्षा करता येते. विशेषत: जेव्हा कणांचे निरनिराळे आकार असलेले मिलाव्याचे भिन्न भिन्न प्रकार असतात तेव्हा भरड मिलाव्याची दंडित–शुष्क राशि वापरल्याने, भरड मिलाव्यातील रिक्तांशाच्या स्वरूपात दिसणाऱ्या चुन्याच्या गरजांतील फरकाकरिता आपोआपच सवलत मिळते. उदाहरणार्थ, कोरदार मिलाव्यात जास्त रिक्तांश असतो आणि म्हणून गोलाकार मिलाव्यात लागणाऱ्या चुन्यापेक्षा जास्त चुना लागतो. वाळूच्या प्रतवारीवर भरड मिलाव्याची अनुकूलतम राशि काही प्रमाणात अवलंबून असते. १४ व्या सारणीत " अन्य परिस्थितीकरिता मूल्यांचे समायोजन " या शीर्षकाखाली सुचविल्याप्रमाणे, हा अन्योन्य संबंध वाळूच्या सूक्ष्मता गुणांकातील समायोजनात प्रतिबिंबित होतो.

वाळू व भरड मिलाव्यातील प्रमाणे जाणून घेण्याचे साधन म्हणून काँक्रीटच्या मिश्रणातील वाळूच्या टक्केवारीचा विस्तृत प्रमाणात उपयोग करण्यात आला आहे. भरड मिलाव्याच्या प्रत्येक कमाल आकाराकरता वाळूच्या शिफारसित टक्केवारीची यादी १४ व्या सारणीत दिली आहे. पुढील परिच्छेदात असे दाखवून दिले आहे की भरड मिलाव्याच्या राशीचा अंदाज करून (उदाहरण १ ले) अगर काँक्रीटच्या मिश्रणातील मिलाव्याची एकूण सघन राशी संगणित करून आणि वाळूच्या शिफारसित टक्केवारीने गुणून (उदाहरण

२ रे) मिलाव्याचे प्रमाणीकरण करता येते. या दोन्हीही पद्धती समाधानकारक आहेत आणि सर्वसाधारण परिस्थितीत ढोबळमानाने तीच प्रमाणे प्राप्त करतात. कॉंक्रीटमधील भरड मिलाव्याची राशि स्थिर राखण्यात काही फायदे असतात; त्यात खालील(बाबींचा) समावेश आहे : १) हवेचा अंश आणि सिमेंटचा अंश यांच्यात फरक झाला तर मिश्रणातील समायोजन आपोआप होते; आणि २) वायूचा अंश, वाळूचा अंश, सिमेंटचा अंश, अगर जलांश यांच्यात फरक झाला तर मिश्रक संयंत्राच्या कार्यात भरड मिलाव्याकरिता वाटा–नियंत्रणात फरक करण्याची आवश्यकता असत नाही.

४९ प्रमाणांची संगणने – कॉंक्रीटच्या मिश्रणातील प्रमाणांचे संगणन विशिष्ट उदाहरणांच्या सहाय्याने उत्तम तऱ्हेने समजाऊन सांगता येईल. या उदाहरणांच्या करता खालील अभिकल्पन–कसोट्या आणि मिश्र द्रव्ये गृहीत धरण्यात येतील;

(१) ३.१५ विशिष्टगुरुत्व असलेले २ ऱ्या प्रकारचे अवायुधारित सिमेंट, २.५० विशिष्टगुरुत्व असलेले (२ ऱ्या उदाहरणार्थ निवडलेले) योग्य पोझोलान.

२)२.६८[१] विशिष्टगुरुत्व असलेला भरड मिलावा.

३) २.६३ विशिष्टगुरुत्व असलेली आणि २.७५ सूक्ष्मता–गुणांक असलेली वाळू.

४) दंडित–शुष्क एकक वजन दर घन फुटास १०५ पौंड.

५) १४ व्या सारणीत दाखविलेले वायू–अंश धारित करण्याकरिता पुरेसे वायु–धारक द्रव्य.

अ) उदाहरण १ ले – पहिले उदाहरण सलोह कॉंक्रीटच्या भितीसंबंधी आहे. तिची किमान जाडी ११ इंच आहे. १३ व्या व १७ व्या सारण्यांवरुन असे दिसते की, ("अन्य संरचना" खाली) ३ इंच अवपात व मिलाव्याचा कमाल आकार१$\frac{१}{२}$ इंच असणे समाधानकारक होईल. बऱ्याचशा तीव्र हवामानाला तोंड द्यावे लागेल म्हणून ते १५ व्या सारणीतील "आ" वर्गात पडेल . ६ × १२ इंची मानक नळकांड्यावर २८ दिवसानंतर दर चौ. इं.स ३००० पौंडापेक्षा चांचणीत जास्त मूल्य प्राप्त होते, त्या मूल्याच्या ८० टक्के मूल्य गृहीत धरून या भितीचे अभिकल्पन केले आहे. म्हणून १५ टक्के विचरण गुणांक आहे असे धरण्यात येत असलेल्या ब्यूरोच्या साधारण नियंत्रणाकरिता दर चौ. इं.स ३४५० पौंड सरासरी शक्तीची जरूरी आहे. याविषयी अ. ६३ मध्ये चर्चा केली आहे.

---

१) कॉंक्रीटच्या नियमपुस्तिकेच्या पूर्वीच्या आवृत्त्यात मिलाव्याचे वि. गु. व आर्द्रतांश संपृक्त शुष्क–पृष्ठ आधारावर संगणित केले आहेत. अमेरिकन कॉंक्रीट इन्स्टिट्यूटच्या ६१३ व्या समितीने आपल्या " रेकमेंडेड प्रॅक्टिस फॉर सिलेक्टिंग प्रपोर्शन्स फॉर कॉंक्रीट " या अहवालात संगणनाचा पाया म्हणून शुष्क मिलाव्याचा उपयोग केला आहे. ब्यूरोच्या प्रकल्पावर, जर संगणने संगतवार असतील तर, कॉंक्रीटच्या नियंत्रणात वापरण्याकरिता दोन्हीही पद्धती ग्राह्य मानल्या आहेत. घोटाळा होऊ नये म्हणून ह्या आवृत्तीतील संगणने पुनरपि संपृक्त शुष्क–पृष्ठ मिलाव्यावर आधारित केली आहेत. याला अपवाद दंडित–शुष्क भरड मिलाव्याच्या वि. गु. चे संगणन हे आहे व जे व्याख्येप्रमाणेच शुष्कतेच्या आधावर संगणित केलेले असते.

काँक्रीटच्या मिश्रणाची संगणने (उ : १)

मिश्रणातील अंतर्वस्तू	वजन, दर घ. या.स पौंड	वजनाचे राशीत परिवर्तन	सघन राशि, दर घ. या.स घनफूट
पाणी – १४ व्या सारणीववरून अंदाजी मूल्य.	२४५	२४५/६२.३	३.९३
सिमेंट – टिकाऊपणाकरिता ज/सि, "आ" वर्गाचे काँक्रीट (सा. १५) = ०.५० शक्तीकरिता ज/सि. (सा. १६) = ०.५१ (म्हणून टिकाऊपणाचा नियंत्रक ०.५० वापरतात.) **सिमेंट** = जलांश / ज/सि = २.४५ / ०.५०	४९०	४९० / ३.१५×६२.३	२.५०
हवा = १४ व्या सारणीवरुन प्रति-शत् ४.५; ०.४५×२७=	………	………	१.२१
भरड मिलावा – १४ व्या सारणीवरून दंडित–शुष्क एकक वजनाची टक्केवारी ७३. दंडित-शुष्क एकक वजन =१०५ पौंड × ०.७३ = ७६.६ पौंड / घ. फू. ×२७ =	२०७०	२०७० / २.६८×६२.३	१२.४०
वाळूखेरीज सर्व अंतर्वस्तू =	२८०५	………	२०.०४
वाळू :			
राशि – २७--२०४	………	………	६.९६
वजन -- ६.९६×२.६३×६२.३ =	११४०	………	………
एकूण ………	३९४५	………	२७.००

आ) उदाहरण २ रे – दुसऱ्या उदाहरणात गोठण आणि वितळणाची बाधा न होणाऱ्या विद्युत्गृहाच्या पायाकरता काँक्रीटच्या मिश्रणाची गरज किती आहे हे पहावयाचे आहे. १५ व्या सारणीवरुत दिसून येते की, या परिस्थितीत " इ " हा प्रकार वापरता येईल. २८ दिवसानंतरची दर चौ. इं.स २५०० पौंड अभिकल्पन शक्ति अभिकल्पकानी विनिर्देशित केली आहे; म्हणून ८० टक्के चांचण्यात २५०० पेक्षा जास्त शक्ति प्राप्त व्हावी म्हणून दर चौ. इं.स सरासरी २८०० पौंड शक्तीची आवश्यकता आहे. १५ व्या व

१७ व्या सारण्यांवरून दिसून येते की, (पुनः " अन्य संरचनांच्या " खाली) ३ इंच अवपात आणि ३ इंची कमाल आकाराचा मिलावा वापरणे समाधानकारक होईल. सिमेंट-पेक्षा कमी किंमतीत सोयीस्कर पोझोलान उपलब्ध आहे, आणि प्रयोगशाळेतील अन्वेषणा-वरून अल्कली–मिलाव्याच्या प्रतिक्रियेपासून काहीसा धोका असल्याचे दिसून आले म्हणून संयोजी द्रव्य ३० टक्के पोझोलान आणि ७० टक्के पोर्टलंड सिमेंटचे बनविण्यात येईल.

(चांचणी–मिश्रणांची संगणने हे कोष्टक पा. नं. १५१ वर पहा.)

५०. **क्षेत्रीय वापराकरता वर्गीकृत वजने**– मागील चांचणी-मिश्रणांच्या संगणनावरून दर घ. या कॉंक्रीटकरिता वर्गवार राशी प्राप्त होतात. नक्की एक घ. या. राशि असलेले कॉंक्रीटचे मिश्रण करणे क्वचितच शक्य होते. म्हणून वापरावयाच्या बाट्याच्या आकाराच्या प्रमाणात ह्या राशी परिवर्तित केल्या पाहिजेत. प्रत्येक अंतर्वस्तूच्या एक घ. या. राशीला घ. यार्डातील नवीन बाट्याच्या राशीने गुणून हे परिवर्तन साध्य करता येते. एक घ. या. बाट्यातील कोणच्याही एका अंतर्वस्तूतील प्रमाणे आणि नवीन बाटा यांच्यापासून ही राशि सहज संगणित करता येते. उदाहरणार्थ, तीन पोत्याचे मिश्रकयंत्र उपलब्ध आहे आणि १ ल्या उदाहरणातील चांचणी मिश्रण वापरावयाचे आहे असे समजा. सिमेंटच्या एका पोत्याच्या वजनाला एक घ. या. बाट्याच्या सिमेंटच्या वजनाने भागून आलेल्या भागा-काराच्या तिपटी इतकी अगर $\frac{३\times९४}{४९०} = \frac{२८२}{४९०} = ०.५७५$ घ. या. नवीन बाट्याची राशि येते. क्षेत्रीय बाट्यातील प्रमाणे येणेप्रमाणे असतील;

पाणी .... ०.५७५×२४५ = १४१ पौंड
सिमेंट .... ०.५७५ × ४९० = २८२ पौंड (३ गोण्या)
वाळू .... ०.५७५ ×११४० = ६५५ पौंड
भरड मिलावा .... ०.५७५ × २०७० = ११९० पौंड.

मिलावे संपृक्त पृष्ठ–शुष्क आहेत असे गृहीत धरण्यात आले आहे. जागेवरील परि–स्थितीत सामान्यपणे ते ओलसर असतील आणि मिश्रकातील चांचण्यात वर्गीकरण करण्यात येणाऱ्या राशी त्याप्रमाणे समायोजित कराव्या लागतील. वाळूत ५ टक्के, आणि भरड मिलाव्यात १ टक्का मुक्त आर्द्रता आहे असे चांचणीत दिसून आले असे समजा. संतृप्त पृष्ठ–शुष्क वाळूची राशि ६५५ पौंड असल्याने, वजन करावयाची ओलसर वाळू ६५५×१.०५ = ६८८ पौंड येते. तसेच, ओलसर भरड मिलाव्याचे वजन ११९०×१.०१ = १२०२ पौंड येते संपृक्त पृष्ठ–शुष्क मिलाव्यापेक्षा भरड मिलावा कधीकधी अधिक कोरडा असतो. एक टक्का अवशोषण होते असे गृहीत धरून लागणाऱ्या शुष्क मिलाव्याची राशि ११९०×०.९९ = ११७८ पौंड येते.

मिलाव्यातील मुक्त जल हे मिश्रण जलाचाच एक भाग आहे असे मानले पाहिजे कारण शुष्क मिलाव्याच्या बाबतीत अवशोषणाकरिता गुंजाईश रहावी म्हणून अधीक पाणी

चांचणी-मिश्रणांची संगणनें (उदाहरण २ रे)

मिश्रणांतील अंतर्वस्तु	वजन, दर घ.या.स पौंड	वजनाचे राशीत परिवर्तन	सघन राशि, दर घ.या.स घ. फूट.
पाणी : १४ व्या सारणीतील अंदाजी मूल्य	२०४	२०४ / ६२·३	३·२७
सिमेंट आणि पोझोलान :			
टिकाऊपणाकरिता ज / सि, इ वर्गाचें काँक्रीट (सा.१५) = ०·५८			
शक्तीकरिता ज / सि(सा.१६)... = ०·५८			
संयोजी द्रव्ये = जलांश / जल / (सि. + पो) = २०४ / ०·५८ = ३५२ पौंड			
पोर्टलंड सिमेंट = ३५२×०·७० =	२४६	२४६ / ३·१५ × ६२·३	१·२५
पोझोलान = ३५२ × ०·३० =	१०६	१०६ / २·५० × ६२·३	०·६८
हवा : १४ व्या सारणीवरून ३·५% = ०·०३५ × २७	- -	- -	०·९५
मिलाव्या खेरीज सर्व अंतर्वस्तू	५५६	- -	६·१५
मिलावे :			
राशि = २७–६·१५	- -	- -	२०·८५
प्रतिशत् वाळू(सा. १४) = २८ %			
वाळूची राशि = ०.२८ × २०·८५	- -	- -	५·८४
भरड मिलाव्याची राशि = २०·८५–५·८४	- -	- -	१५·०१
वाळूचे वजन = ५·८४ × २·६३ × ६२·३ =	९५७	- -	- -
भरड मिलाव्याचे वजन = १५·१ × २·६८×६२·३ =	२५०७		
एकूण - - - - - - - - - - - - -	४०२०	- -	२७·००

वापरावे लागते. आपल्या उदाहरणात, वाळूतील मुक्तजल (मिश्रण–जल) ६८८ – ६५५ = ३३ पौंड आणि भरड मिलाव्यातील मुक्त जल १२०२ – ११९० = १२ पौंड इतके आहे. जर भरड मिलावा सुका असेल तर अवशोषणाकरिता म्हणून मिश्रक पाण्यात ११९० – ११७८ = १२ पौंड इतके अतिरिक्त पाणी घातले पाहिजे.

५१ चांचणी मिश्रणाचे समायोजन – कॉंक्रीटच्या मिश्रणात वायुधारणांतून अनेक चर बाबींचा प्रवेश होत असल्याने पाण्याची गरज आणि वायुधारक द्रव्याची गरज निश्चितपणे ठरविण्याकरिता २ अगर अधिक चांचण्या घ्याव्या लागतात. चांचणी मिश्रणाच्या माहितीची नोंद करण्याचा सोयीस्कर नमुना ५५ व्या आकृतीत दाखविला आहे. उदाहरण १ करता मिश्रणाचे समायोजन करुन सादर केलेली माहिती पूर्वीच्या उदाहरणातील चांचणी मिश्रणांच्याशी जुळणारी आहे.

पहिल्या गटाच्या चांचणीत अवपात इच्छित ३ इंचा ऐवजी २ इंच आणि ४½ टक्के वायू ऐवजी ४ टक्के वायू असल्याचे आढळून आले आहे असे समजा. १४ व्या सारणीवरून दिसून येते की अवपातात इच्छित १ इंचाची वाढ होण्याकरता जलांशात ३ टक्क्यानी वाढ करावी लागेल. तसेच वायूच्या अंशात ०.५ टक्क्यांनी वाढ होण्याकरता जलांशाचे समायोजन केले पाहिजे, परंतु ह्या करता तो १½ टक्क्यांनी कमी करावा लागेल. ही दोन्ही समायोजने एकाच वेळी उद्‌भवत असल्याने जलांशात +१.५ टक्क्याचा निव्वळ फरक करणे हा याचा निष्कर्ष आहे. जर दोन्हीपैकी एकच दुरूस्ती दुसऱ्याशी संबंध न ठेवत केली तर पाण्यात ३ टक्के वाढ केल्याने अवपात बरोबर येईल पण त्यामुळे वायुच्या अंशात बऱ्याच प्रमाणात घट होईल. जर वायूचा अंश बरोबर ठेवला तर वर उल्लेख केल्याप्रमाणे पाण्यातील १.५ टक्के घटीमुळे अवपातात घट येईल.

४·५ टक्के वायू निर्माण होण्याकरता द्रव्याची किती राशि लागेल हे काढण्याकरता रेखीय समायोजन करण्यांत येते. १५ ग्रॅम द्रव्यामुळे ४ टक्के वायू निर्माण होत असल्यामुळे आणि ४½ टक्क्याची गरज असल्याने $\frac{४.५}{४} \times १५ =$ १६.९ ग्रॅम द्रव्य दुसऱ्या चांचणी मिश्रणात वापरण्यात येईल.

कॉंक्रीटच्या मिश्रणातील धारित वायूची टक्केवारी वायुमापीने प्रत्यक्षपणे मोजता येते अगर संगणित अथवा सैद्धांतिक राशि आणि मापित राशि यांच्यातील फरक परिशिष्टातील अनुक्रमे २४ अथवा २३ व्या पदसंज्ञांच्याप्रमाणे संगणित करून प्राप्त करता येतो. दोन्हीही वायूच्या अंशांची नोंद करणे फायद्याचे असते कारण कोणत्याही ठळक फरकावरून चुकीची कल्पना येते आणि त्यामुळे चांचणी मिश्रण संगणने, अगर चांचणी पद्धतीतील मिश्रण अभिकल्पनाच्या चुका उघडकीस आणण्याचा मार्ग सापडतो. ०.३ टक्याइतका निर्दशित वायु अंशांतील फरक सामान्य समजण्यात येतो. वायु–निश्चिती करता वापरलेल्या पद्धतीचा

आकृती ५५ कॉंक्रीटच्या मिश्रणाची नमुनेदार चांचणी संगणने 288-D-2634

कॉंक्रीटच्या मिश्रणाचा संगणनाचा तक्ता

GERES No — Cu — ओतल्याचा दिनांक — १ - १० - ५१

वाळूची प्रतिशत चाळणी — [illegible]

मिश्रणाची प्रतिशत चाळणी — [illegible] — वजन १०५.० [illegible]

बारदान एकक वजन — ६.०१ पौंड ई. १०८ (गुणक - ४.०२७)

	आर्द्रता % मिळाला %	सि. गु.	घनता पौं./घ. फू.
पाणी — नळाचे		१	६२.४
सिमेंट — प्रयोग शालेय [illegible]		३.१५	१९६.५
पोझोलान		२.४०	१४९.८
वाळू — प्रयोग शालेय [illegible]	२.०	२.६३	१६३.८
खडी [illegible]	१.०	२.६६	१६६.०
इतर [illegible]			

चांचणी मिश्रणांची संगणने — दर घनयार्डाकरता अंदाजी राशी

मिश्रण क्र.	वजनाने प/C+P	वाळू मधील बंदिस्त सूक्ष्म मिळे	कारक		वायू	पाणी	सिमेंट	पोझोलान	वाळू	[illegible]	एकूण
उदाहरण क्र. १			१५.०	पौंड		२९१	४६०		११४०	१७००	३६९१
१	०.५०	३३	ग्रॅम	घ. फू.	१.०१	३.९३	३.५०		६.६६	१२.४०	२७.००
				पौंड							
				घ. फू.							
			१६.०	पौंड		२४१	४६४		११२२	२०००	३६३१
	०.५०	३२	ग्रॅम	घ. फू.	१.३१	४.००	२.५४		६.७५	१२.४०	२७.००
				पौंड							
				घ. फू.							
				पौंड							
				घ. फू.							
उदाहरण क्र. २				पौंड		३०३	२४६	१०६	९५०	२५००	४०२०
२	०.५८	१८		घ. फू.	०.९१	६.२७	१.२५	०.६८५	५.८४	१५.०१	२७.००

घटकांचे संगणन

प. घ. त. घटकांचे वाकि	कारक	पाणी	सिमेंट	पोझोलान	वाळू	प ग्रि	एकूण	[illegible] वाळू	[illegible]	[illegible]	प ग्रि पौंड	[illegible]	एकूण
०.७५४	८.६ ग्रॅम	११६			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	९.७ ग्रॅम	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

प्रयोगशाळेतील कॉंक्रीटवरील चांचण्यांचे निष्कर्ष

मिश्रण क्र.	शोषमान थी	घसरण इंच	[illegible]			वाळू + प ग्रि पौंड		राशि वाळू प फू घ यां	कारक		पाणी	सिमेंट	पोझोलान	वाळू	प ग्रि	एकूण	अंतिम वायू		प/C+P वजनाने	नमुना क्रमांक व दिवस
बॅच क्र. १								१.०५५	९.५०	पौंड	२६०	४१५		११५०	२०८८	३९८०				
उदाहरण १	३.०	३१	चांगले	चांगले	४८.५१		१४०.४		ग्रॅम	घ. फू.	३.९६	२.४२		७.०२	१२.५०	२७.००	४.७	६.०	०.५०	[illegible] पाणी वापरात
										पौंड										
										घ. फू.										
										पौंड										
										घ. फू.										
बॅच क्र. २								१.०५४	१०.०	पौंड	२५१	५०३		११३१	२०८०	३९७१				
उदाहरण १	३.०	३३	चांगले	चांगले	४९.४८		१४०.१		ग्रॅम	घ. फू.	४.०२	२.५६		६.९०	१२.५०	२७.[illegible]	४.७	४.७	०.५०	

* घ. फू. पाट्यांच्या वापराच्या करता

कोणताही विचार न करता प्रत्यक्ष पाणी, सिमेंट आणि मिलाव्यांतील अंश निश्चित करण्याकरता प्रत्यक्ष एकक वजनाची जरूरी असते.

जल-सिमेंट गुणोत्तरातील लहानसहान चढ उताराकरिता कामावरील मिश्रणांचे समायोजन करू नये. जल-सिमेंट गुणोत्तरातील अवपात स्थिर राखण्यामुळे होणारा अधिक उणे ०.०२ वजनी फरक सामान्य आहे असे समजण्यात येते आणि जल-सिमेंट गुणोत्तर निवडण्याकरता तेवढी गुंजाइश ठेवावी म्हणजे नेहमीच्या फरकासह विनिर्देशित अधिकतमात वाढ होणार नाही.

५२ कॉंक्रीट मिश्रणांच्या चांचण्या – १४ व्या आणि १६ व्या सारण्यांत नोंदलेली शक्तीची मूल्यें आणि इतर घटक, विभाग ४९ मध्ये चर्चा केल्याप्रमाणे, चांचणी मिश्रण ठरविण्याकरिता वापरावेत. तथापि बऱ्याचशा मिलाव्यावरील चांचण्यावरून प्राप्त केलेल्या सरासरीबरोबर ही मूल्यें आधारलेली असतात आणि विशिष्ट कामावर वापरण्यात येणाऱ्या द्रव्याला काटेकोरपणें लागू पडतातच असे नाही. म्हणून जर सुविधा उपलब्ध असतील तर प्रत्यक्ष वापरण्यात येणाऱ्या द्रव्यावर आधारित केलेल्या उचित प्रमाणाच्या निवडीकरिता लागणारे संबंध प्रस्थापित करण्यासाठी कॉंक्रीटच्या मिश्रणाच्या चाचण्यांची एक मालिकाच घेणे अधिमान्य असते. ब्यूरो प्रकल्पावर वापरण्यात येणाऱ्या कॉंक्रीटकरिता ह्या कॉंक्रीट मिश्रण चाचण्या सामान्यत: डेन्व्हर प्रयोगशाळांत करण्यात येतात. या क्रियापद्धतीमुळे प्रत्येक प्रकल्पावरील कॉंक्रीटचे गुणधर्म प्रस्थापित होतात एवढेच नव्हे तर त्यामुळे ब्युरोच्या अन्य प्रकल्पावर वापरलेल्या कॉंक्रीटच्या गुणधर्मांच्या तुलनेने ह्या गुणधर्मांचे विश्लेषण करता येते.

१८ व्या सारणीत कॉंक्रीटच्या चांचण्यांच्या किमान मालिकांचे एक उदाहरण दिले आहे. या मालिकेतील पहिले मिश्रण हे पूर्वी चर्चा केल्याप्रमाणे प्राप्त केलेले संगणित चांचणी मिश्रण होते. अवपातात वाढ करण्याकरिता दुसऱ्या मिश्रणात समायोजन केले होते पण त्यात वाळू प्रमाणापेक्षा जास्त होती आणि त्यात भरड मिलाव्याचा अगदीच कमी अंश होता असे दिसून आले. नंतरच्या मिश्रणात अंदाजी कमाल राशीइतकी भरड मिलाव्याची राशि वाढविली की ज्यामुळे समाधानकारक सुकार्यता निर्माण होऊ शकली. भरड मिलाव्याची योग्य ती राशि निश्चित केल्यानंतर ज्यात ०.४५ ते ०.६० इतक्या व्याप्तीत जल-सिमेंट गुणोत्तरात फरक केला होता अशी तीन जादा मिश्रणे तयार करण्यात आली. ह्या मिश्रणांवरून कामावर वापरण्यात येणाऱ्या द्रव्याकरता जल-सिमेंट गुणोत्तर, सिमेंटचा अंश आणि शक्ति यांच्यातील अन्योन्य संबंध प्रस्थापित करण्यात आले आणि सरासरी परिस्थितींच्याकरिता प्रस्थापित केलेली अनुभवाधिष्ठित मूल्यें वापरण्याची जरूरी पडली नाही. सारणी १८ वरून जागेवरील मिश्रणाचे प्रत्यक्षपणे अन्तर्वेशन करता येते.

काम करणारे लोक जरी अनुभवी असले तरी १८ व्या सारणीत निर्दिशत केल्याप्रमाणे प्रयोगशाळेतील चांचण्यात इच्छित समायोजने क्वचितच सरळपणे विकसित होतात. शिवाय जागेवरील निष्कर्ष प्रयोगशाळेतील निष्कर्षांशी तंतोतंत जुळतील अशी अपेक्षाही करणे शक्य नसते. निवडलेल्या चांचणी मिश्रणाचे जागेवर समायोजन करणे साभान्यत: आवश्यक असते. प्रयोगशाळेत जर यंत्रसहाय्याने मिश्रण केले तर प्रयोगशाळेतील आणि जागेवरील निष्कर्ष सन्निकटपणे जुळण्याची खात्री असते. जर वायुधारक द्रव्ये वापरली असतील तर ह्या गोष्टीची विशेषच जरूरी असते कारण मिश्रणाच्या प्रकाराचा धारित वायूच्या राशीवर प्रभाव पडतो. पहिल्या गटाचे मिश्रण करण्यापूर्वी वाळू, सिमेंट आणि पाणी यांच्या

सारणी १८. – काँक्रीटच्या भिश्रणाच्या चांचण्यांची नमुनेदार किमान मालिका

मिश्रण क्र.	निव्वळ जलसिमेंट गुणोत्तर	घटकांच्या राशी द. घ. या. स. पौंड			भरड मिलावा	प्रतिशत वायुअंश	२८ दिवसांच्या कालावधीची शक्ति		अवपात, इंच	सफाई	सामान्य रूप
		पाणी	सिमेंट	वाळू			संपीडक	नमन			
१	०.५०	२४८	४९६	१२५५	१९४०	४.५	३५००	५५०	१	ठीक	अवपाताच्या दृष्टीने कमी.
२	.५०	२६४	५२८	११९४	१९४८	४.१	३६१०	५६०	३.३	अति उत्तम	फार जास्त वाळू असलेले.
३	.५०	२५९	५१९	१११६	२०२३	४.७	३५७०	५५५	२.५	उत्तम	उत्तम.
४	.४५	२६२	५८२	१०७६	२०३९	३.९	४१२०	६००	३	अति उत्तम	अति उत्तम.
५	.५५	२६१	४७४	११६०	२०३१	४.३	३२००	५२५	२.७	उत्तम	उत्तम.
६	.६०	२६०	४३३	११९१	२०२७	४.५	२६५०	४५०	३	उत्तम	उत्तम.

लहान गटाने प्रयोगशाळेतील मिश्रक पाणवावा कारण मिश्रक साफ केल्यावर त्यात चुन्याचा अंश शिल्लक रहातो. तसेच प्रयोगशाळेत द्रव्यावर करण्याची कोणतीही प्रक्रिया जागेवर करण्यात येणाऱ्या तत्सम उपचारांच्या शक्य तितक्या निकटपणे नक्कल करणारी असावी.

१८ व्या सारणीत निर्दिशत केलेल्या चांचण्यांच्या किमान मालिकेचे, जाग्यावरील कामाचे मान आणि विशिष्ट गरजांच्या जरुरीप्रमाणे विस्तरण करावे. मिलाव्यांची पर्यायी मूलस्थाने आणि भिन्नभिन्न प्रतवारीच्या सिमेंटचे निरनिराळे प्रकार आणि छाप, निरनिराळी

संमिश्रणे आणि काँक्रीटच्या टिकाऊपणासंबंधी विचार, आयतन परिवर्तन, तपमान वाढ आणि औष्णिक गुणधर्म, या बाबी बदलणाऱ्या असतात आणि त्यांच्याकरिता जास्त विस्तृत योजना आखण्याची जरुरी असते.

५३. लहान कामावरील मिश्रणे – जेथे शिफारसीत क्रियापद्धतीनुसार प्रमाणे ठरविण्याकरिता वेळ आणि नोकरवर्ग उपलब्ध नसतो अशा लहान कामावर काँक्रीट प्रमाणा-पेक्षा अधिक ओले होईल इतके पाणी मिश्रकात कधीच घातले जाणार नसेल तर १९ व्या सारणीतील मिश्रणे वापरून भरपूर प्रमाणात बळकट आणि टिकाऊ काँक्रीट तयार करता येते. सरासरी लहान कामांना लागू पडतील अशी परिस्थिती आणि मिलाव्याचे सरासरी विशिष्ट गुरुत्व गृहीत धरुन शिफारसित क्रियापद्धतीशी अनुरुप मिश्रणे पूर्व–निश्चित करण्यात आली आहेत. भरड मिलाव्याच्या आकाराकरिता तीन मिश्रणे दिली आहेत. मिलाव्याचा कमाल आकार निवडताना मार्गदर्शक म्हणून १७ वी सारणी वापरावी. १९ व्या सारणीतील सुरवातीचे मिश्रण म्हणून भरड मिलाव्याच्या प्रत्येक आकाराकरिता

सारणी १९. लहान कामावरील [१] काँक्रीटची मिश्रणे

(समायोजन न करता वापरली तरी चालते.)

मिलाव्याचा कमाल आकार इंचात	मिश्रणाचा पदसंज्ञा	द. घ. या. काँक्रीट करिता सिमेंटची अंदाजी पोती	एका पोत्याच्या वाट्याकरिता पौंडात मिलावा		
			वाळू [२]		कंकर अगर फोडलेला दगड
			वायुधारित काँक्रीट [३]	अवायुधारित काँक्रीट	
½ – – –	अ	७–०	२३५	२४५	१७०
	आ	६–९	२२५	२३५	१९०
		६–८	२२५	२३५	२०५
¾ – – –	अ	६–६	२२५	२३५	२२५
	आ	६–४	२२५	२३५	२४५
	इ	६–३	२१५	२२५	२६५
१ – – –	अ	६–४	२२५	२३५	२४५
	आ	६–२	२१५	२२५	२७५
	इ	६–१	२०५	२१५	२९०
१½ – –	अ	६–०	२२५	२३५	२९०
	आ	५–८	२१५	२२५	३२०
	इ	५–७	२०५	२१५	३४५
२ – – –	अ	५–७	२२५	२३५	३३०
	आ	५–६	२१५	२२५	३६०
	इ	५–४	२०५	२१५	३८०

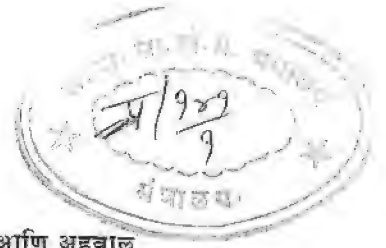
१ – क्रिया पद्धति : मिलाव्याचा योग्य कमाल आकार निवडावा. नंतर "आ" मिश्रण वापरून पुरेशी सुकार्य संघनता निर्माण होईल इतकेच पाणी घालावे. जर कॉंक्रीटमध्ये वाळू कमी आहे असे वाटले तर "अ" मिश्रण वापरावे आणि वाळू जास्त आहे असे वाटले तर "इ" मिश्रण वापरावे.

२ सुक्या वाळूकरिता ही वजने दिली आहेत. जर ओलसर वाळू वापरली असेल तर प्रत्येक पोत्याच्या गटाकरिता वाळूचे वजन १० पौंडानी वाढवावे आणि जर अति ओलसर वाळू वापरली असेल तर प्रत्येक पोत्याच्या वाट्याकरिता २० पौंड वाळू जादा घालावी.

३ ब्यूरोच्या सर्व पुन:प्रापणाच्या कामात वायुधारित कॉंक्रीट विनिर्देशित केलेले असते. सामान्यत: ज्यावर क्रमवार गोठण आणि वितळण होते अशा सर्व संरचनांच्याकरिता वायुधारित कॉंक्रीट वापरावे.

"आ" मिश्रण वापरावे हा उद्देश आहे. जर या मिश्रणात कमी वाळू असेल तर "आ" च्या ऐवजी "अ" मिश्रण वापरावे अगर जर "आ" मिश्रणात वाळू जास्त असेल तर "इ" मिश्रण वापरावे. सारणीत नोंदलेली मिश्रणे वाळू कोरडी असतानाच लागू होतात हे लक्षात ठेवावे. जर वाळू ओली अगर अति ओली असेल तर टीपेत विहीत केलेल्या वाट्याच्या वजनात सुधारणा कराव्या.

सारणीत नमूद केलेला कॉंक्रीटच्या दर घनयार्डास लागणाऱ्या पोत्यांच्या प्रमाणातील सिमेंटचा अंदाजी अंश कामावर लागणाऱ्या सिमेंटचा अदमास करण्यास उपयोगी पडतो. आक्षेपार्ह विलगन न होता फर्म्यात सहज टाकता येण्याकरिता जरुरी पुरतेच पाणी घातलेल्या कॉंक्रीटवर या गरजा आधारित केल्या आहेत. फावड्यावरुन कॉंक्रीट घसरत जावे पण वाहत जाऊ नये.



प्रकरण ४ थे

निरीक्षण, क्षेत्रीय प्रयोग शाळेच्या सुविधा आणि अहवाल

अ – निरीक्षण

५४. **कॉंक्रीटवरील नियंत्रण-** कॉंक्रीटवरील नियंत्रणात अनेक घटकांचा समावेश होतो : (१) वापराकरिता निवडलेल्या भिन्नभिन्न द्रव्यांची चांचणी आणि निरीक्षण, (२) द्रव्यांचे योग्य प्रमाणीकरण आणि पुरेसे मिश्रण, (३) योग्य तऱ्हेची हाताळणी, जागेवरील पसरणी आणि दृढीकरणांच्या पद्धतीचा उपयोग आणि (४) योग्य प्रकारे मुरवण, यांचे हे एकत्रीकरण आहे. चांचणी आणि निरीक्षण करून या घटकांचे बारकाईने नियंत्रण केल्याने संरचनातील कॉंक्रीटच्या नियंत्रणाचा उद्देश - जो किमान व्यवहार्य खर्चात संरचना करणे हा असतो– तो सफल होतो. या संरचनात अभीष्ट कार्यशील कालावधीत संपूर्णपणे समाधानकारक काम देईल असे एकसारखे आणि भरपूर गुणधर्माचे कॉंक्रीट असावे लागते. प्रत्यक्ष कामातील प्रथा आणि कार्यपद्धती जर योग्य प्रकारे अंमलात आणल्या नाहीत तर सर्वात उत्तम द्रव्ये आणि अभिकल्पन प्रथा वापरूनही त्यांचा पुरेसा प्रभाव पडणार नाही. कामगिऱ्यातील योग्य समन्वय होण्याकरिता आणि संरचनेत अंतर्भूत असणाऱ्या दर्जाकरिता सर्वसाधारण निगराणीखाली कार्यक्षम निरीक्षण आणि चांचण्या करणारा नोकरवर्ग असावा लागतो.

कॉंक्रीटच्या नियंत्रणात निरीक्षणाच्या अनेक टप्प्यांचा अंतर्भाव होतो. निरीक्षण प्रभावी होण्याकरिता अशा टप्प्यांचा व्यवस्थितपणे विचार करावा या हेतूने परिशिष्टातील पद–संज्ञांस अनुसरून चांचण्यातील बाबी संक्षिप्तपणे खाली दिल्या आहेत; ह्या विषयावरील तपशीलवार चर्चा नियम–पुस्तिकेच्या मूळ पाठातील संबंधित अनुच्छेदात आढळून येईल. निरीक्षणाची दत्तकार्ये करताना सर्वसाधारण मदत व्हावी म्हणून निरीक्षणांच्या बाबींचा संक्षिप्तपणे अंतर्भाव केला आहे. त्या रोजच्या कामाकरिता वापराव्या हा उद्देश नाही कारण विशिष्ठ दत्तकार्यास लागू नसणाऱ्या अनेक बाबींचा त्यात साहजिकच समावेश करणे भाग पडते. विशिष्ठ दत्तकार्यावर रोज वापरण्याकरिता निरीक्षकाने आपली स्वतःची यादी तयार करावी.

५५. **प्रशासकीय सूचना** – ब्यूरोच्या बांधकामावर निरीक्षणाकरिता लागणाऱ्या प्रशासकीय सूचना पुनःप्रापण मालिका क्र. १७० मधील आहेत.

५६ **निरीक्षक** – कार्यक्षम निरीक्षकाला आपल्या कामाचे महत्व आणि व्याप्तीची पूर्णपणे जाणीव असते. त्याला निरीक्षणाची सवय असते आणि तो दक्ष व योग्य प्रशिक्षण घेतलेला असतो; त्याला कोणतेही काम विशिष्ठ तऱ्हेने कसे व का करावे लागते याचे ज्ञान असते. अभिकल्पना आणि विनिर्देशनांची त्याला तंतोतंत माहिती असणे महत्वाचे

असते. या माहितीने आपले हात बळकट झाल्यामुळे तो केवळ सदोष संरचनाच शोधून काढतो असे नाही तर आधी कारणे जाणून घेऊन आणि अयोग्य क्रिया पद्धतींचा वापर रोखून त्यांचे तो आगाऊ ज्ञान मिळवू शकतो.

जरी असाधारण समस्या अगर वादग्रस्त बाबींच्या संबंधी निरीक्षकाला आपल्या पर्यवेक्षकाकडून विशेष सूचना अगर सल्ला घ्यावा लागला तरी त्याला स्वतःलाच सतत पुढाकार घ्यावा लागतो. मक्तेदाराची अकारण खोटी न करता आणि त्याच्या कामाच्या पद्धतीत ढवळाढवळ न करता निरीक्षकास मान्य होईल असे काम होणार नाही असे दिसून आल्याशिवाय त्याचे कामात ढवळाढवळ करू नये. त्याने वाजवी व्यवहार, सौजन्य आणि सहकार्याला व्यवहार्यता, दृढता आणि व्यावहारिक चालचलणुकीची जोड दिल्यास (त्याच्याबद्दल) आदर निर्माण होईल आणि त्याला सहकार्य मिळेल. अनावश्यक गरजा आणि प्रतिबंध टाळून निरीक्षणाचा प्राथमिक उद्देश, जो विनिर्देशांच्या गरजांची पूर्तता करणे हा असतो तो, साध्य करणे सुलभ जाते व त्यामुळे मक्तेदारालाही आपले काम जास्तीत जास्त फायदेशीरपणे आणि सफलतेने करणे शक्य होते. तसेच ब्यूरोच्या सुरक्षाविषयक गरजा, ज्या पुनःप्रापण सूचनात घालून दिल्या आहेत, त्यांची निरीक्षकाला माहिती असली पाहिजे आणि असुरक्षित कार्यकारी परिस्थिती आणि संरचनांच्या प्रथांच्या बाबतीत त्याने दक्ष असले पाहिजे. त्यामुळे योग्य अधिकाऱ्यांना सल्ला देता येतो व सुधारण्याचे उपाय योजता येतात.

आपल्या पर्यवेक्षकाला सतत प्रशिक्षण, मार्गदर्शन व पाठिंबा देऊन त्याच्या आधारावर निरीक्षकाला आपले काम वाढत्या विश्वासाने आणि कार्यक्षमतेने करता येईल – निर्णय केव्हा पर्यवेक्षकावर सोपवायचे, मक्तेदाराच्या माणसांबरोबर कोणच्या प्रकारचे संबंध ठेवायचे, कामाशी संबंधित अशा कोणच्या विशिष्ट योजना अगर करार मक्तेदाराबरोबर करण्यात आले आहेत या संबंधी त्याला माहिती असते. मधूनमधून निरीक्षक आणि त्यांचे पर्यवेक्षक यांच्या एकत्र बैठकी घेतल्या तर आणि विशेषतः जर या बैठकी काम चालू करण्यापूर्वी आयोजित केल्या तर सर्व संबंधितांना फार फायदेशीर होते. कामावरील समस्या, प्रथा आणि गरजासंबंधी खुली चर्चा करण्यास संधी मिळते आणि त्यातून अनेक उपयोगी सूचना मिळतात आणि सहकार्यास चालना मिळते.

५७. **निरीक्षणाचे दैनिक अहवाल** – चांगला निरीक्षण अहवाल तयार करणे ही निरीक्षकाच्या सेवाकार्यातील तो करू शकेल अशी एक उत्तम सेवा आहे. संरचनेच्या प्रगतीची पर्यवेक्षकास माहिती देणे, अन्य पाळ्यावरील पर्यवेक्षकांना आणि निरीक्षकांना माहिती देणे, संरचनेवरील तांत्रिक अहवालाकरिता माहिती गोळा करणे, मक्तेदारांच्या मागण्यांना पाठिंबा देणे अगर त्या नाकारणे आणि अभियांत्रिकी साधन सामुग्रीच्या नोंदीची तरतूद करणे हे निरीक्षणाच्या अहवालातील काही उद्देश असतात.

कॉंक्रीट निरीक्षणाचे दैनिक प्रतिवेदन ———— प्रकल्प ———— घटक ————

मक्तेदार ———— पाळी ———— मरचना ———— मिश्रक : बनावट ———— आकार ————
सिमेंट : छाप- ———— प्रकार ———— प्रत्येक वाटप्यातील पोती :- ———— वापरलेल्या पोत्यांची एकूण संख्या ———— कॉंक्रीट करता :- ———— गारामराई करता ————
पाण्याचे मूलस्थान ———— मिलाव्याचे मूलस्थान ———— कमाल आकाराचा मिलावा ———— विशिष्ट गुरुत्व ————
आर्द्र मुरवण-पद्धत ———— पर्याप्त मुरवण केले ———— आच्छादन ———— आर्द्रणाची वारंवारता: किंवा सवकर ————
पटल मुरवण: संयुग ———— तयार करणार ———— पिपांची संख्या ———— लावले ————
अपमिश्रण-प्रकार ———— सिमेंटच्या दर पोत्याला पौंड ———— वापरलेली पोती ———— दर पोत्याचे वजन ———— शेरा ————

दिवसाच्या कार्याची नोंद

वाज	वेळ	कणखपृष्ठ मि. वजनाने	वाटप्याची वजने (पौंड)								पृष्ठीय आर्द्रता								मिसळलेले पाणी पौंड	एकूण पाणी पौंड	वजनाने पाणी सिमेंट	अ व पात	द.घ.या.व. सिमेंटची पिशे	गळकांड्याचा क्रमांक	शेरा
			शुष्कपृष्ठ अवस्था				आर्द्र अवस्था				प्रतिशत				दर वाटप्याला पौंड										
		C G S	S	FG	IG	CG	S	FG	IG	CG	S	FG	IG	CG	S	FG	IG	CG							
१																									
२																									
३																									
४																									
५																									
६																									
७																									
८																									
९																									
१०																									
११																									
१२																									
१३																									

हवामान-तापमान- वगैरे ————
———— (निरीक्षक) तपासले ———— पुनर्विलोकन केले ———— (विभागीय स्थपति) ———— (कॉंक्रीटच्या मक्त्यावरील स्थपति) ————

प्रयोगशाळेतील नोंदी

गळकांड्याचा क्रमांक	७ दिवस		२८ दिवस		एकूण भार	द. चौ. इं. ला भार	ते मोचणी केली	शेरा
	दिनांक	साठ्याची जागा	दिनांक	साठ्याची जागा				

घटकांच्या संबंधात जेथे लागू असेल तेथे विलंब, असाधारण घटना इ. संबंधी माहिती समाविष्ट करण्याकरता पाठीमागची बाजू वापरावी.

आकृति क्र. ५६ – कॉंक्रीट निरीक्षकाचा दैनिक अहवाल-ब्यूरोच्या अनेक प्रकल्पावर वापरण्यात आलेला एक नमुनेदार तक्ता

कॉंक्रीट निरीक्षकाचे दैनिक प्रतिवेदन

जून २६ १९५८ पाळी सुलती

ठेकेदार [illegible] विनिर्देश क्र. [illegible] आवृत्ति [illegible] निरीक्षक [illegible]

संरचना [illegible]

मिश्रकाची बनावट [illegible] आकार [illegible] वायुपाचित द्रव्य [illegible]

सिमेंट छाप [illegible], वर्ग II NBS [illegible] ट्रोली क्र. [illegible]

मुरवण्यासंबंधी माहिती [illegible]

कार्य क्र.	वजनाने मिश्रण केलेले कमाल मिलावा कमाल पाणी सिमेंट	वजनाने प्रत्यक्ष मिश्रण [illegible]	[illegible] ( )				[illegible] प्रत्यक्ष वजन (आर्द्र)				[illegible] सिमेंट (पाणी) ([illegible])	[illegible] सिमेंट [illegible]	वायुपाचक [illegible]
			वाळू	[illegible]	[illegible]	[illegible]	वाळू	[illegible]	[illegible]	[illegible]			
					[illegible] माहिती								
१	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	६ –	[illegible]	४०

चाचणी [illegible] माहिती

कार्य क्र.	वेळ	[illegible]				[illegible]	[illegible]	[illegible]	अवपात [illegible]	तपमान F		[illegible]	% [illegible]	[illegible]	नळकांडे क्र.
		वाळू	[illegible]	[illegible]	[illegible]					कॉंक्रिट	हवा				
१	२.२५	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	२०५	[illegible]	[illegible]	२½	७२	७६	[illegible]	४.०	[illegible]	३-८

अवपात आणि तपमान विषयक माहिती

कार्य क्र.	वेळ	अवपात इंच	मिसळले पाणी (पौंड)	तपमान °F कॉंक्रिट	तपमान °F हवा
	२.१५	२½	२२०		
	२.२५	२½	२०५	७२	७६
	३.४५	३½	२२०	७३	७८
	४.२०			[illegible]	
	४.३५	१½	२१०	७३	६०

मिलाव्यातील आर्द्रता

मिलाव्याचा आकार	वजन आर्द्र	वजन शुष्क	प्रतिशत आर्द्रता (तफा)	आर्द्र वजन (पौंड)
वाळू	५००	४६६	५-२	६४
[illegible]	५००	४८३	[illegible]	८
[illegible]	५००	४८९	०-४	३
[illegible]	१०००	[illegible]	[illegible]	– ६
मिलाव्यातील मुक्त जल				६९
मिश्रणात मिसळलेले जल				२०५
[illegible] एकूण जल				२७४
[illegible]				४८६

शेरा– (कॉंक्रीट) टाकताना आणि नियंत्रण निरीक्षकाने असा दुहेरी अवपात घेतला, [illegible] मिलाव्यावर घेतलेल्या चाचणी [illegible] [illegible] २८० [illegible]

१८ [illegible] प्रमाणे मिलाव्याच्या चाचणीत २००°F ला (संशोधित) अवपात २ इंच [illegible]

आकृति क्र. ५७ – कोलंबिया धरण प्रकल्पावर उपयोगात आणलेला कॉंक्रीट निरीक्षकाचा दैनिक अहवाल (२८८–D१५३५)

हा अहवाल लेखी वर्णनात्मक असू शकेल अगर छापील तक्त्याबरहुकूम केलेला असेल. तो नीटनेटका, सुवाच्य, स्पष्ट आणि संक्षिप्त असावा, पण त्यात पाळीतील कार्याचे पूर्ण वर्णन ही असावे. त्यात कार्याची केवळ तारीखवार यादी देण्याचे टाळावे तथापि तो कमीत

वरील ८"×१०" नकाशाच्या मागील बाजूवर छापणे

मुरु वेळ – दुपारी २.०० तपासणी वेळ – रात्री ८ – ३० एकूण वाटे (मापकाने मोजलेले) – १४७
[illegible] मापक – ० – वाटा मापक – १४७ – मळ उमविल्याचा दिवसाची विलंबती – १

मिश्रित थाप क्र.	[illegible]	एकूण वेळ	वाटयाचा आकार		प्रमाण कॉक्रीट यार्ड	वापरलेले सिमेंट (पोती)(टोप)	वायू धारक-संमिश्र [illegible]	फुकट गेलेला माल			
			सिमेंट (पोती)(टोप)	[illegible] घटक				सिमेंट (पोती) (पौंड)	वायु धारक सी. सी.	मिलावा	
										पौंड	घ. फु.
१	[illegible]	[illegible]	६	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	० –	०		५५
एकूण											

[illegible] प्रतवारी

मालाचा आकार	चाळणी आकार	चाळणीवर राहिलेले संचित वजन	चाळणीवर राहिलेले संचित %	चाळणीवर राहिलेली व्यक्तिगत %
	[illegible]	०	०	०
	[illegible]	[illegible]	३	३
[illegible]	[illegible]	३६ – ०	९९	९६
	[illegible]	३६ – ५	१००	१
	[illegible]	थोडासा भाग		
	एकूण	३६ – ५		
	[illegible]	[illegible] – ५	२	२
	[illegible]	३ – ५	११	९
२	[illegible]	३२ – ५	९९	८८
	[illegible]	३३ – ०	१००	१
	क्र. ४	थोडासा भाग	०	०
	एकूण	३३ – ०		
	[illegible]	०	०	०
	[illegible]	२ – ०	९	९
३	क्र. ४	२० – ०	९१	८२
	क्र. ७	२१ – ५	९८	७
	क्र. ८	२२ – ०	१००	२
	एकूण	२२ – ०		

प्रयोगशाळेतील माहिती

नळकांडे क्र.	[illegible] क्र.	फोडण्याचा दिनांक	वय दिवस	संपीडक प्रतिबल द चौ. इंच पौंड	शेरा
५ – ८	१	६ – २६	७		एकाचे वाटण्यातून
५ – ८	१	७ – १७	२८		३ नळकांडी व १ [illegible]
५ – ८	१	७ – १७	२८		त्याचप्या केल्या.

वाळूची प्रतवारी

चाळणीचा आकार	चाळणीवर राहिलेली संचित (वाळू)	
	ग्रॅम	%
क्र. ४	४	१
क्र. ८	६५	१३
क्र. १६	१८४	३९
क्र. ३०	३८४	६१
क्र. ५०	३९४	८४
क्र. १००	४५०	९६
पॅन	४६८	
सू. गु.		२.९४

शेरा – – – – – – –

आ. ५७ (चालू)

कमी शब्दांत तयार करावा. तो प्रवाही लिपीत लिहिण्याऐवजी अक्षरात्मक असावा. स्थानाचा आणि मापांचा निर्देश करण्याकरिता नोंद करण्यात येणाऱ्या परिस्थितीचा खुलासा करण्यास चांगल्या प्रकारे चितृया असलेल्या रेखाकृती पुष्कळ वेळा फार उपयोगी पडतात.

निरीक्षकाचा दैनिक अहवाल हीच कामाच्या एखाद्या विशिष्ट टप्प्यासंबंधीच्या कोणच्याही

युनायटेड स्टेट्स डिपार्टमेंट ऑफ इंटीरिअर, ब्युरो ऑफ रेक्लमेशन

निरीक्षकाचे दैनिक प्रतिवेदन

प्रकल्प ____________ विभाग ____________

पाळी ____________

दिनांक ____________ १९ ____

घटक ____________

कामाची जागा ____________

कामाचा वर्ग ____________

____

मक्तेदाराचा प्रतिनिधि ____________

१- मिळालेले आदेश ____________

____

____

____

२- असाधारण अगर असमाधानकारक परिस्थिती ____________

____

____

____

____

३- मक्तेदाराकरता सूचना ____________

____

____

____

____

४- शिफारसी आणि सामान्य टिप्पणी ____________

____

____

____

(विस्तारित शे-याकरता या पत्रकाची मागील बाजू वापरावी)

निरिक्षक ____________

आकृति क्र. ५८ निरीक्षकाचा दैनिक अहवाल – कोणत्याही प्रकारच्या निरीक्षणात वापरता येण्याजोगा सामान्य नमुना 280-D-284

कार्याची एकमेव कायमची नोंद असते हे लक्षात ठेवणे महत्वाचे आहे. परिणामत: ती नोंद अशा तऱ्हेने केलेली असावी की बाब केवळ ताजी असतानाच नव्हे तर अनेक वर्षानंतर जेव्हा तपशिलाचा विसर पडलेला असेल तेव्हाही तिच्यावरुन परिपूर्ण आणि सुबोध माहिती मिळेल. निरीक्षकाच्या दैनिक अहवालात नोंदलेल्या विशिष्ट प्रकारच्या माहितीत, कामावरील परिस्थिती आणि प्रगतीसंबंधी माहितीचा, अशी परिस्थिती आणि प्रगतीला कारणीभूत असलेल्या महत्वाच्या घटकांचा आणि मक्तेदार अगर त्याच्या प्रतिनिधींना कांही सुचना दिलेल्या असल्यास त्यांचा अंतर्भाव असावा. शिवाय निरीक्षकाने केलेल्या चांचण्या, त्याने घेतलेले नमुने, वापरलेली कॉंक्रीटची मिश्रणे आणि तयार केलेली कॉंक्रीटची नळकांडी या संबंधीच्या नोंदीचाही त्यात समावेश असावा. कामावरील निरीक्षणाच्या निरनिराळ्या टप्प्यातील गरजा पुऱ्या होतील अशा तऱ्हेचे सोयीस्कर तक्ते अहवालासाठी तयार करावेत.

कॉंक्रीट निरीक्षकाच्या रोजच्या कार्याचा अहवाल तयार करण्याकरिता विस्तृत प्रमाणात वापरण्यात आलेला एक तक्ता आ. ५६ मध्ये दाखविला आहे. कोलंबिया घाटी प्रकल्पावर जेथे निरीक्षकाच्या कामात मिश्रकाच्या निरीक्षणाचाही समावेश होता तेथे, वापरण्यात आलेल्या कॉंक्रीट निरीक्षकाच्या अहवालाची पुनरावृत्ती आ. ५७ मध्ये केली आहे. निरीक्षणाच्या कोणच्याही प्रकारात वापरण्याकरिता आ. ५८ मध्ये एक सामान्य तक्ता दिला आहे. वाळू आणि भरड मिलाव्याच्या चांचण्यांची नोंद करण्याकरिता डेन्व्हर प्रयोगशाळात विकसित केलेला तक्ता ५९ व्या आकृतीत दिला आहे.

दैनिक निरीक्षणाच्या अहवालाशिवाय कामासंबंधी दिलेल्या सर्व सूचनांचा गोषवारा आणि मक्तेदार अगर त्याच्या प्रतिनिधींच्या बरोबर झालेल्या महत्वाच्या बोलण्याची संक्षिप्त नोंदही निरीक्षकाला ठेवावी लागते; तसेच कामाच्या प्रत्येक विभागाच्या सुरुवातीच्या आणि ते काम पुरे झाल्याच्या वेळेची, वाया गेलेल्या कालाची आणि कामात खोळंबा झाल्यास त्याची व प्रत्येकाच्या कारणांची नोंद ठेवावी लागते.

५८ निरीक्षण–पर्यवेक्षक – कामाचे क्षेत्रवाटप निरीक्षण–पर्यवेक्षकाकडून केले जाते. कार्यक्षम पर्यवेक्षक दत्तकार्य करण्यासंबंधीच्या जरुर त्या सूचना आगाऊ देतो. कामाची प्रगती होत असताना निर्माण होणाऱ्या समस्या आणि प्रश्नासंबंधी चर्चा करण्याकरिता तो कामाच्या जागेला नियमितपणे भेट देतो. व्यापक अनुभवाच्या सहाय्याने अशा चर्चेत तो " कामाविषयी जागेवर प्रशिक्षण " सतत देत असतो. कोणचे निर्णय त्याचेकडे उल्लेखावेत या संबंधी निरीक्षकास तो माहिती देतो. कामाशी संबंधित असलेल्या आणि उद्‌भवणे शक्य असलेल्या विशिष्ठ समस्या आणि परिस्थितीशी संबंधित असलेल्या माहितीच्याविषयी सर्व आवश्यक सूचना निरीक्षकांच्यापर्यंत पोहोचतात आणि त्या ते वाचतील याची तो खात्री करुन घेतो. तसेच मक्तेदाराला दिलेल्या सवलती अगर विनिर्देशनांचे विशिष्ठ अर्थनिर्णय यांच्याशी खास संबंध असलेल्या, त्याच्या दत्तकार्यावर परिणाम होणाऱ्या मक्तेदाराशी

केलेल्या खास योजना अगर कराराची तो निरीक्षकाला माहिती देतो. निरीक्षणाच्या कामाच्या सर्व योग्य कार्यवाहींना त्याचा संपूर्ण पाठिंबा असल्याची निरीक्षकाला तो जाणीव देतो. तो मक्तेदाराने केलेल्या विनंत्या अगर मागण्यांच्यासंबंधी निर्णय घेण्यापूर्वी कामाशी निकट संबंध असलेल्या निरीक्षक आणि अभियंत्यांची मते अजमावून घेतो. तो, निरीक्षकाबरोबर तसेच मक्तेदारांच्या प्रतिनिधींच्या बरोबर अनौपचारिक भेटी प्रवर्तित करतो. त्यामुळे कार्यक्षमता आणि सहकार्य निर्माण होण्यास फार मदत होते.

आ – क्षेत्रीय प्रयोगशाळेच्या सुविधा

५९. क्षेत्रीय प्रयोगशाळा – कॉंक्रीट आणि कॉंक्रीटच्या मिलाव्याची नित्याची चांचणी करणे हा क्षेत्रीय प्रयोगशाळेचा प्रमुख उद्देश असतो. विनिर्देशांच्या अंमलबजावणीची निश्चिती आणि खात्री मिळण्याकरिता, कॉंक्रीटच्या मिश्रणातील प्रमाणांचे समायोजन करण्यासाठी वापरण्यात येत असलेल्या द्रव्यांचे कमाल मूल्य प्राप्त करण्याकरिता, आणि कामाच्या प्रत्येक भागात टाकलेल्या कॉंक्रीटची पूर्ण नोंद उपलब्ध करण्याकरिता, चांचणीतील माहितीचा आधार म्हणून उपयोग होतो.

आकृती ५९

वाळू आणि भरड मिलाव्यांच्या चांचण्याच्या निष्कर्षांची नोंद करण्याकरिता डेन्व्हर प्रयोगशाळात विकसित केलेला तक्ता. (आ. ५९ पान १६७ वर पहा.)

(तक्त्याचा पुढील भाग El – 255)

प्रयोगशाळेतील अन्वेषणे सामान्यपणे डेन्व्हर प्रयोगशाळात करण्यात येतात पण संरचना–समस्यांची उकल पुष्कळ वेळा क्षेत्रीय प्रयोगशाळेत करणे शक्य असते. ग्रँडकूली धरणावर कॉंक्रीटच्या मिश्रकाच्या कार्यासंबंधीचे केलेले अभ्यास, हंग्री हॉर्स धरणावरील वायुधारक द्रव्याच्या प्रमाणावरचा आणि कॅल्शियम क्लोराईडवरील फ्लाय ॲशचा परिणाम, हूवर धरणावरील मिलाव्याच्या विलगनावरील अन्वेषण, फ्लेमिंग गॉर्ज धरणावरील भारी माध्यमी समपरिष्करण, ही या दुसऱ्या बाबींची नमुनेदार उदाहरणे आहेत. प्रगतीचे अहवाल व नेहमीच्या कार्यक्रमात न बसणाऱ्या अन्वेषणाचे संपूर्ण अंतिम अहवाल मुख्य अभियंत्याच्या कार्यालयाकडे लवकर सादर करणे इष्ट असते कारण अशी माहिती अन्य प्रकल्पावर पुष्कळ वेळा फायदेशीरपणे वापरता येते. ह्या प्रकरणाच्या " इ " या विभागात चांचणीचा तपशील सादर करण्यासंबंधी माहिती दिली आहे.

प्रयोगशाळेचा आकार आणि प्रकार कामावर अवलंबून असतो. जर प्रयोगशाळेकरिता इमारत बांधण्याची जरूरी असेल तर ६० व्या आकृतीतील ३ अनुविक्षेपापैकी एकामधून अगर त्यात योग्य ती सुधारणा करून तिच्या गरजा सामान्यपणे पुऱ्या होऊ शकतील. यलोटेल, ग्लेन कॅनियान आणि फ्लेमिंग गॉर्ज धरणासारख्या, ५००००० घनयार्डापेक्षा

आकृति क्र. ५९

पीएस २५९
[illegible]

मिलन्याच्या चांचण्यांचा प्रयोगशाळेतील कार्याचा तक्ता.

घटक ———— प्रकल्प ———— दिनांक ————

नमुना ———— प्रयोगशाळा क्र ————

मै चांचणी केली ———— दिनांक ————

मै तपासणी केली ———— दिनांक ————

कंकर–दगडगोटे

प्रतवारी				विशिष्ट गुरुत्व आणि अवशोषण (२४ तास)						
आकार	चाळणीवर राहिलेले पौंड	(चाळणीवर) राहिलेले व्यक्तिगत %	राहिलेले संचयित %	A पृष्ठशुष्क संपृक्त वजन	B पाण्यातील सिलाख्याचे वजन	A-B स्थानांतरित पाण्याचे वजन	C भट्टीतील शुष्क वजन	A-C अवशोषित पाण्याचे वजन	प्रतिशत अवशोषण	विशिष्ट गुरुत्व
[illegible]										
[illegible]										
[illegible]										
[illegible]										
[illegible]										
[illegible]										
एकूण कंकर				सरासरी वि. गु. $\frac{(A)}{(A-B)}$ ————						
सू. गु.										
वाळू				सरासरी अवशोषण $\frac{(A-C)}{(A)}$ ————						
प्रतिशत वाळू										

लॉस एंजेलीस अपघर्षण – प्रतवारी

फेरे	वर्णन	राहिलेले वजन क्र. १२	हानीचे वजन	प्रतिशत हानि
१००				
५००				

वाळू

प्रतवारी									भौतिक गुणधर्म (२४ तास)	
	नमुना क्र. १			नमुना क्र. २			सरासरी			
आकार	राहिलेले वजन ग्रॅम	राहिलेली संचयित टक्केवारी	राहिलेले व्यक्तिगत %	राहिलेले वजन ग्रॅम	राहिलेली संचयित टक्केवारी	राहिलेले व्यक्तिगत %	व्यक्तिगत %	संचयित %	विशिष्ट गुरुत्व	अवशोषण
४									बरणी क्र. ————	संपृक्त पृ. शु. वजन
८									H_2O चे तपमान ————	शुष्क वजन ————
१६									नमुन्याचे वजन (A) ————	अवशोषित वजन
३०									H_2O ने भरलेल्या बरणीचे वजन	अवशोषण % ————
५०									एकूण– ————	२०० मधून
१००									बरणी, नमुना, H_2O यांचे वजन ————	जाणारा हिस्सा
पॅन									स्थानांतरण ————	शुष्क वजन ————
सू. गु.									विशिष्ट गुरुत्व $\left(\frac{A}{B}\right)$ ————	धूत वजन ————
आधिक्य आकार									सेंद्रिय अपद्रव्ये ————	मातीचे वजन ————
									रंग–	माती % ————

आकृति क्र. ५९ (चालू)

मिलाव्याचा भक्कमपणा — लॉट,

पात्र क्र.	चाळणीचा क्रमांक	नमुनेदार प्रतवारी%	चाचणीपूर्व नमुन्याचे वजन	चाचणीनंतर नमुन्याचे वजन	प्रत्यक्ष हानि %	भारित हानि %
	# ८	२०				
	# १६	२०				
वाळू	# ३०	३०				
	# ५०	३०				
		१००				
कंकर-	३/४"	५०				
-वाळू	३/८"	३०				
मोठे	# ४	२०				
		१००				

(धुतलेल्या) वाळूची प्रतवारी								
	नमुना क्र. १			नमुना क्र. २			सरासरी	
आकार	राहिलेले वजन ग्रॅम	राहिलेली संचयित टक्केवारी	राहिलेले व्यक्तिगत %	राहिलेले वजन ग्रॅम	राहिलेली संचयित टक्केवारी	राहिलेले व्यक्तिगत %	राहिलेले व्यक्तिगत %	राहिलेले संचयित %
# ४ *								
# ८								
# १६								
# ३०								
# ५०								
# १००								
पॅन								
सू. मा.								

* अधिक आकार

कालिक गुणधर्म (२४ तास धुतलेले)

विशिष्ट गुरुत्व ——

बरणी क्र. ——

H_2O चे तापमान ——

नमुन्याचे वजन (A) ——

H_2O ने भरलेल्या बरणीचे वजन ——

एकूण ——

बरणी, नमुना, H_2O यांचे वजन ——

स्थानांतरण ——

विशिष्ट गुरुत्व $\left(\frac{A}{B}\right)$ ——

अवशोषण ——

स.पृ. शु. वजन ——

शुष्क वजन ——

अवशोषित वजन ——

अवशोषण % ——

सेंद्रिय अद्रव्य ——

रंग ——

प्रयोग शाळेतील मिश्रणांच्या करता ३० मिनिटांची विशिष्ट गुरुत्वे आणि अवशोषणे

कंकर							
आकार	A हवेतील संपृक्त वजन	B पाण्यातील मिश्रणाचे वजन	A-B स्थानांतरित पाण्याचे वजन	C भट्टीत शुष्क केलेले वजन	A-C अवशोषित पाण्याचे वजन	प्रतिशत अवशोषण	प्रतिशत वि. गु
६ इंच +							
३" ते ६"							
१½" ते ३"							
¾" ते १½"							
⅜" ते ¾"							
# ४ ते ⅜"							

सरासरी वि. गु. $\frac{(A)}{(A-B)}$ ——

सरासरी अवशोषण $\frac{(A-C)}{(A)}$ ——

वाळू जशी मिळाली तशी धुतली

विशिष्ट गुरुत्व ——

बरणी क्र. ——

H_2O चे तापमान ——

नमुन्याचे वजन (A) ——

H_2O ने भरलेल्या बरणीचे वजन ——

एकूण ——

बरणी, नमुना, H_2O यांचे वजन ——

स्थानांतरण ——

विशिष्ट गुरुत्व $\left(\frac{A}{B}\right)$ ——

अवशोषण

संपृक्त पृ. शु. वजन ——

शुष्क वजन ——

अवशोषित वजन ——

अवशोषण % ——

विनिर्देशन मर्यादा			क्षिति क्र.			
नमुन्याचा आकार / चाळणीचा आकार						
	(चाळणीवर) राहिलेले मातीचे वजन	(चाळणीवर) राहिलेली हलकेवारी	(चाळणीवर) राहिलेले संचयी वजन	(चाळणीवर) राहिलेली हलकेवारी	(चाळणीवर) राहिलेले संचयी वजन	(चाळणीवर) राहिलेली हलकेवारी
७ इंच						
६ इंच						
४½ इंच						
४ इंच						
३½ इंच						
३ इंच						
[illegible]						
[illegible]						
[illegible]						
१ इंच						
¾ इंच						
[illegible]						
[illegible]						
[illegible]						
[illegible]						
[illegible]						
[illegible]						
[illegible]						
क्र. ४						
क्र. ८						
एकूण वजन						
[illegible] हलकेवारी						
[illegible] हलकेवारी						

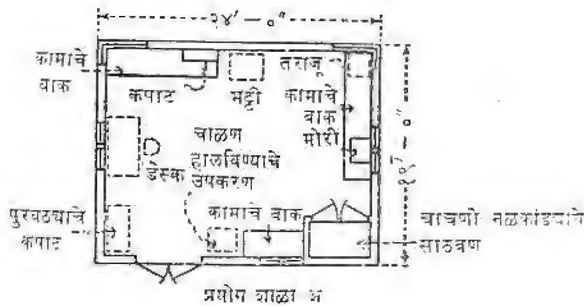
[illegible]तील विरळ मातीचे दोष				
आकार				
नमुन्याचे वजन				
धुतून वजन				
विरळ मातीची हलकेवारी				
हलक्या जडत्वाच्या द्रव्याची हलकेवारी		विशिष्ट गुरुत्व		
आकार				
नमुन्याचे वजन				
हलक्या (द्रव्याचे) वजन				
हलके द्रव्य %				

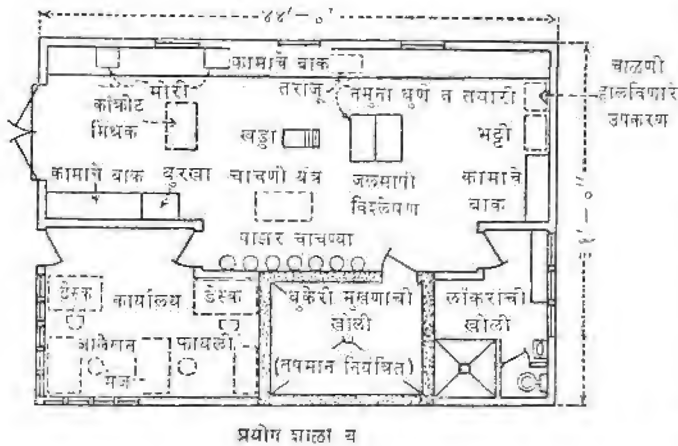
शेरा

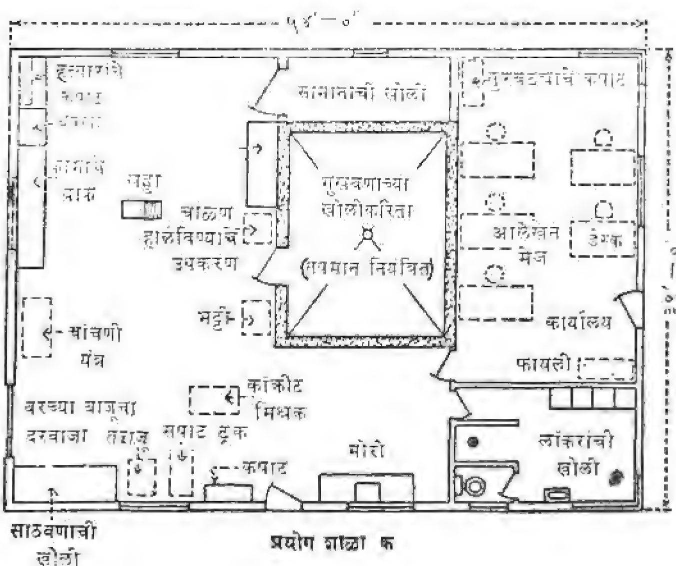
चाळणीवर ठळक प्रमाणात अधिक आकाराचे (द्रव्य)
चाळणीवर ठळक प्रमाणात कमी आकाराचे (द्रव्य)

आकृति क्र. ५९ (चालू)

जास्त काँक्रीट लागणाऱ्या संकेंद्रित काँक्रीटच्या, मोठाल्या बांधकामाकरिता ' क ' प्रयोगशाळा समुचित असते. कोलंबिया घाटी सिंचाई विभागासारख्या, ज्या प्रकल्पात माती आणि काँक्रीट या दोन्हीच्या चाचण्याकरिता सुविधांची जरुरी असते अशा कामावर डेव्हीस, एंडर्स, अंगोस्तुरा, बॉयसेन आणि ट्रिनिटी धरणाकरिता आणि बार्ट्लेट, कॉर्टेस आणि कॅनियान फेरी धरणासारख्या २५००० पासुन ५००००० पर्यंत घनयार्ड काँक्रीट लागणाऱ्या काँक्रीटच्या धरणाकरिता, ' ब ' प्रकारची प्रयोगशाळा उपयुक्त असते. एकाकी प्रकल्पाकरिता, मोठ्या अकेंद्रित कामातील विभागाच्याकरिता आणि २५००० घनयार्डपेक्षा कमी काँक्रीट लागणाऱ्या लहान मोडबांधासारख्या काँक्रीटच्या धरणाच्याकरिता, लहानशी ' अ ' ही प्रयोगशाळा उपयुक्त असते.







आकृति क्र. ६० – न्यूरोच्या प्रयोग शाळेचे तीन नमुनेदार अनुविक्षेप – कामाच्या गरजांप्रमाणे सुविधांची तरतूद करण्यात यावी. २८८–D–१९३६

सारणी २० क्षेत्रीय प्रयोगशाळेतील उपकरणे

बाब क्रमांक	राशि प्रयोगशाळा			वर्णन
	अ	ब	क	
१	१	१	१	मिलावा चाळण्याचे नाळके (भरड) (आ. ४१)
२	१	१	१	वायुमापक (वॉशिंग्टन प्रकाराचा) ३/४ घ. फूट
३	—	—	१	वायुमापक (वॉशिंग्टन प्रकाराचा) १ घ. फूट
४	—	—	१	वैश्लेषिक तराजू
५	१	१	१	पाण्याच्या साठ्याला जोडण्यास लागणाऱ्या नळाच्या फिटिंगसह चूषणी
६	१	१	१	अॅगेट बेअरिंग असलेला ट्रिप ताजवा, पितळी वजने, क्षमता २ किलोग्रॅम, १/५० ग्रॅम अंशांकन
७	—	—	१	व्लेन सूक्ष्मता मापक
८	३	१२	१२	बाटल्या, १२ अंस अंशांकनित भाग
९	२	४	४	बाटल्या, ३२ अंस अंशांकनित भाग
१०	—	१	१	गणक
११	१	१	१	कॉंक्रीटची नियमपुस्तिका व कामाचे विनिर्देश
१२	१	३	६	कोन, कॉंक्रीटचा अवपात (आ. १६६)
१३	—	२	२	काचेचे अंशांकक ५०, १००, ५०० आणि १००० मिलीमीटर
१४	१	१	१	आतला व्यास ३/१६ इंच असलेली चूषणीला जोडण्याकरिता लवचिक अगर ताठ रबरी नळी
१५	१	१	१	द्रवघनत्व मापी
१६	—	१	१	२००००० अगर३००००० पौंड संपीडन चाचणी करणारे यंत्र
१७	—	—	१	सूक्ष्मदर्शी यंत्र
१८	—	१	१	वायूवर चालणारा फिरता मिश्रक-२१/२ ते ३१/२ घ. फूट क्षमता
१९	१००	१००	१००	फर्में, डबडी,६"x१२"आकाराच्या घर्षण झाकणीसह नळकांडे
२०	—	६	२४	फर्में, आधारपट्टासह ६x१२ इंची मानक नळकांडे(आ.१७१)
२१	—	१	१	फर्में, टोपी आणि आखणीचे साधन (आ. १७२)
२२	—	२	२	बिडाचे तवते, १० इंच व्यास, १/२ इंच जाड, टोपीकरिता यंत्राने साफ केलेला पृष्ठभाग.
२३	१	१	१	२० इंच पाऱ्याची क्षमता असलेले, पाण्याच्या नळीला जोडण्याकरिता लागणाऱ्या फिटिंगसह, दाबमापी
२४	२	३	३	तराजू, गणकर्मकाणक, १/१०० पौंड अंशांकन,२४० पौंड क्षमता
२५	१	१	२	वाळूकरिता नमुना घेण्याचे साधन, नळी
२६	१	१	१	मिश्रणाच्या कार्यक्षमता - चांचणीकरिता क्र. ४ ची द्वारें असलेल्या १८ इंच × १८ इंच चाळण्या
२७	१	२	२	स्वयंचलित चाळणी गदगदा हलविण्याचे साधन आणि वेलानियंत्रक
२८	१	१	१	जास्त आकाराच्या आणि कमी आकाराच्या चाळण्यासह भरड मिलाव्याच्या चाळण्यांचा संच (सारणी ९ व २८)

सारणी २० क्षेत्रीय प्रयोगशाळेतील उपकरणे (चालू)

बाब क्रमांक	राशि प्रयोगशाळा अ	ब	क	वर्णन
२९	१	१	२	थाळी आणि झाकणीसकट, क्र. २००, १००, ५०, ३०, १६, ८, ४ च्या ८ इंची पितळी चाळण्यांचा मानक संच.
३०	१	१	२	थाळीसह परिपूर्ण १० × १८ इंची नमुना विभाजक
३१	—	१	१	ताप अनुचालित नियंत्रणित (Thermostattically) विजेवर तापविण्यात येणारे गंधक वितळण्याचे भांडे
३२	१	३	६	टोकाला गोळीचा आकार असलेला $\frac{5}{8}$ इंच व्यास आणि २४ इंच लांब धुमस
३३	२	२	३	०° ते २२०° F तपमान दाखविणारे कवचयुक्त तापमापक
३४	१	२	२	कमाल आणि किमान तपमान दाखविणारे तापमापक
३५	२	६	६	अडकवणी असलेल्या धातुच्या वाहक घरात ठेवलेला ०° ते २२०°F अंशाचा खिशातील तापमापक
३६	१	१	१	निर्वात नळीला जोडण्याची नळीची फिटिंग्स असलेले ३० इंच पाऱ्याच्या क्षमतेचे निर्वात–प्रमापी
३७	१	१	१	निमज्जक प्रकाराचा, प्रयोगशाळेतील नमुन्याचा स्पंदनक
३८	—	—	१	आभासी पक्वतेची चाचणी करावयाचे विकेट उपकरण.
३९	१	१	१	विशिष्ठ गुरुत्वाकरिता २$\frac{3}{4}$ इंच उंच आणि ८ इंच व्यासाची तारेची टोपली (परिशिष्ठ–पदसंज्ञा–१०)
४०	१	१	१	मिश्रकाच्या कार्यक्षमतेच्या चाचणीची १८ पौंड मिलाव्याचे वजन करता येईल इतक्या क्षमतेची क्र. ८ ची जाळी असलेली तारेची टोपली
				विविध उपकरणे आणि सामुग्री
४१	२	६	६	वाळूच्या चाळणी स्वच्छ करण्याचा पितळी ब्रश
४२	—	२	२	१ घ. फूटाची मिलाव्याची बारडी
४३	१	२	२	काठ दुरपलेले, दुहेरी सपाट शिवणीचे, १२ अंस डकचे, १२ फूट चौरस कॅन्व्हस
४४	१	२	३	१ इंच क्रियाशीलतेची ०.०००१ इंच विभागात अंशाकनित केलेली अंकपट्ट प्रमापी
४५	१	१	१	विद्युतशुष्कन भट्टी आणि गरम थाळी
४६	१	२	२	विजेचे पंखे
४७	१	१	१	मानक चूर्ण तापसह मृत्तिका, १०० पौंडी पोते.
४८	१	१	१	प्रथमोपचार मेज
४९	१	१	३	४ इंची जस्ती नाळकी
५०	१	१	३	८ इंची जस्ती नाळकी
५१	१	१	१	जलोच्छालक
५२	१२	१२	१२	तबकडीची झाकणे बसविलेल्या कोर गुळगुळीत केलेल्या काचेच्या एक क्वार्टच्या फळाच्या बरण्या

सारणी २० क्षेत्रीय प्रयोगशाळेतील उपकरणे (चालू)

नाव क्रमांक	राशि प्रयोगशाळा अ	ब	क	वर्णन
५३	–	१	१	३ इंच व्यासाची पोलादी पळी
५४	२	६	१२	१२ क्वार्टच्या जस्ती सलोह बारड्या
५५	२	२	४	सिमेंटकरिता २४" × २४" × २" आकाराच्या थाळ्या
५६	–	१	१	काँक्रीट बेंचकरिता थाळ्या
५७	१	३	६	काँक्रीटच्या अवपाताकरिता थाळ्या
५८	६	६	६	३ क्वार्टच्या चिखल करण्याच्या खोल थाळ्या
५९	१२	१२	१२	१० इंच×१४ इंच आकाराच्या ठिबकणाऱ्या (drip) थाळ्या
६०	–	१	१	५०० चे एक बंडल केलेली ६ नंबरी कागदाची पोती.
६१	२५	५०	५०	नमुन्याकरिता कापडी पोती
६२	१	३	६	मोठ्या दांड्याच्या खवण्या
६३	१	३	६	लहान दांड्याच्या खवण्या
६४	–	१	२	लहान दांड्याच्या खवण्या, खोरी
६५	–	३	६	लांब दांड्याची गोल टोक असलेली फावडी
६६	१	३	६	आखुड दांड्याची चौरस टोकाची फावडी
६७	१	१	१	सोडियम हायड्रॉक्साईड – १ पौंडी बाटली
६८	१	२	२	विराम घड्याळ
६९	१	१	–	चार भोकांची नळी असलेला लाकडावर अगर कोळशावर चालणारा स्टो
७०	–	१	३	गंधकाची बाजारी पूड, १ पौंडी पोते
७१	–	१	१	२×४ फुटी रबरी सपाट टायरचा ट्रक
७२	–	२	४	मानक वजने, ५० पौंड
७३	–	१	२	रबरी टायरच्या चाके असलेल्या हातगाड्या

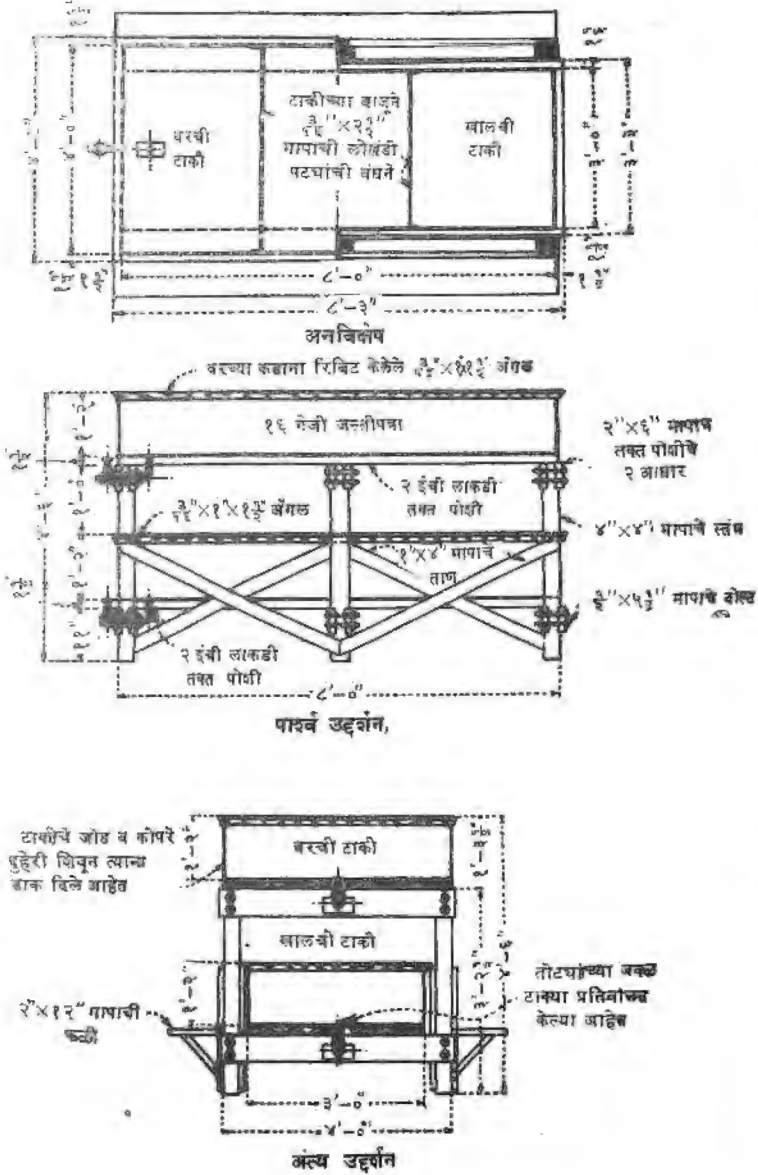
६० व्या आकृतीत ज्या ठिकाणी माती आणि काँक्रीट अशा दोन्ही प्रकारच्या कामाचा अंतर्भाव असतो अशा प्रकल्पावर सामान्यपणे उपयोगात आणलेली काँक्रीट आणि मातीच्या परिक्षणाच्या सुविधानीयुक्त अशी ' ब ' ही प्रयोगशाळासुसज्जित केलेली आहे. ब्यूरोच्या मृत्तिका नियमपुस्तिकेच्या पहिल्या आवृत्तीत मातीकाम आणि काँक्रीटच्या संयुक्त प्रयोगशाळांच्या तलानुविक्षेपांची अन्य उदाहरणे आढळून येतील. इतर दोन्ही प्रयोगशाळातही मृत्तिका नियंत्रणाच्या कार्यवाहीच्या साधनाची जरुरी लागण्याची शक्यता असते. ' अ ' प्रयोगशाळेच्या उपकरणात आणि काही उदाहरणात ' ब ' प्रयोगशाळेच्या उपकरणात संपीडक चांचणी यंत्राचा अंतर्भाव नसल्याने, काँक्रीटची चांचणी नळकांडी डेन्व्हर अगर जवळपासच्या प्रकल्पावर परीक्षणाकरिता पाठवावी लागतात. नळकांडी मुरवणे, पॅकिंग करणे आणि पाठविणे यांच्या क्रियापद्धती परिशिष्टातील ३१ व्या पदसंज्ञेत दिल्या आहेत.

अलिकडील काळात जेथे बांधकामे दूरदूर पसरलेली असतात तेथे केंद्रीय प्रयोगशाळेस जोड म्हणून फिरत्या सहाय्यक प्रयोगशाळांचा उपयोग करण्यात आला आहे. आवश्यक क्षेत्रीय नियंत्रण उपकरणांनी सुसज्ज असलेल्या ट्रकमधून प्रयोगशाळेतील कामगार, नियंत्रण चांचण्या घेण्याकरिता आणि चांचणी नळकांडी बनविण्याकरिता, मधूनमधून कामाच्या जागांना भेट देतात.

६०. **प्रयोगशाळेतील उपकरणांची यादी** – हरएक प्रकारच्या सुसज्ज प्रयोगशाळेत उचित ठरेल अशी काँक्रीटच्या नियंत्रणासाठी लागणाऱ्या उपकरणांची यादी सारणी २० मध्ये दिली आहे. बांधकामाच्या सुरवातीच्या टप्प्यांतील कामाकरिता यादीत दिलेल्या राशी पुरेशा आहेत. जसजशी जरुरी पडेल तसतशी आणखी उपकरणे आणून घ्यावीत. लहान प्रयोगशाळात संपीडक चाचणी यंत्राची गरज, बऱ्याच प्रमाणात डेम्हरच्या अनुषंगाने अगर जेथे ६ इंच × १२ इंची नळकांड्याची चाचणी करता येईल अशा इतर प्रकल्पांच्या अनुषंगाने त्या प्रकल्पाचे स्थान सोयीस्कर आहे अगर कसे यावर अवलंबून असते. जर प्रयोगशाळेत संपीडक चाचणी यंत्र नसेल तर सहाय्यक उपकरणे व हत्यारासह कॅपींग उपकरणांची जरूरी अर्थातच राहणार नाही. यादीतील उपकरणांच्या भरीकरिता जरुरी-प्रमाणे हात उपकरणे व सामुग्रीची तरतूद करावी.

६१. **काँक्रीटचे चाचणी नमुने मुरवण्याकरिता लागणाऱ्या सोयी** – प्रकल्पाच्या गरजावर प्रयोगशाळेतील मुरवणांचा प्रकार आणि क्षमता अवलंबून असते. सामान्यतः लहान कामाकरिता प्रयोगशाळातून ("अ", आ. ६०) जलमुरवण टाक्या आणि आर्द्र वाळूच्या खड्डयांचा उपयोग केला जातो. मोठाल्या प्रयोगशाळातून ("ब", व "क", आ. ६०) विसंवाही तपमान नियंत्रित मुरवण करण्याच्या धुकेरी खोल्यांची सामान्यतः तरतूद केलेली असते. चाचणी नळकांड्यांच्या क्षेत्रीय प्रयोगशाळेतील मुरवणासंबंधी तपशीलवार क्रिया-पद्धतींचा परिशिष्टांतील पदसंज्ञा ३१ मध्ये समावेश केला आहे.

(अ) **पाण्याच्या टाक्या** – १६८, ६×१२ इंची, नळकांड्या मावू शकतील इतक्या क्षमतेची समाधानकारक काम देणारी दुमजली टाकी आ. ६१ मध्ये दाखविली आहे. अनेक लहान कामावर मानक जस्ती साठ्याच्या जलटाक्या वापरल्याने समाधानकारक कार्य होते आणि आ. ६१ मध्ये दाखविलेल्या टाक्यांच्यापेक्षा ह्याना खर्चही पुष्कळच कमी येतो. स्थिर वायु-तपमान ढोबळपणे नियंत्रण करण्याची ज्या प्रयोगशाळेत तरतूद केलेली नसते तेथे ताप अनुचालित नियंत्रण केलेले विद्युत् तापक वापरून ७३.४ ± ३ अंशावर मुरवण जलाचे ऊष्णतामान एकसारखे ठेवता येते. साधी विद्युत् तारांची कडी आणि GE,HS 11040 सारखा ताप अनुचलित्र ; ज्यात ४०० वॉट, जस्ती आवरण असलेली ६० फूट तार असते असा मृदातापन संच आणि HSC-7 ताप अनुचालित संच हे यशस्वीरीत्या वापरण्यात आले आहेत. ही तार ३×९ फुटी टाकीत बसवावी आणि संरक्षणाकरिता ती कंकराच्या एक इंची थराने झाकून टाकावी. अत्यंत शीत हवामानाकरिता ज्या प्रयोगशाळा बऱ्याच कालापर्यंत उपयोगात यावयाच्या आहेत त्या ठिकाणी विसंवाही द्रव्य भरलेल्या दुहेरी भिंती



प्रयोग शाळेतील मुद्रणाच्या खोलीत वापरण्याकरता लागणारा साचा आणि टाक्या यांचा संरचनात्मक तपशील २८८-D-१८५

आकृति नं. ६१ –

असलेली टाकी बांधणे व योग्य झाकणाची तिच्यावर तरतूद करणे इष्ट असते. उष्ण हवामानात टाकीमधून गार पाणी फिरवून अगर बर्फ वापरून पाण्याचे तपमान कमी ठेवता येते.

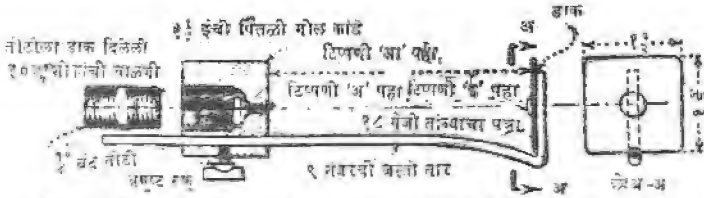
(आ) आर्द्र वाळूमधील साठा - नंतरच्या काळात जर चांचण्या घ्यावयाच्या असतील तर २८ दिवसानंतर पाण्याच्या टाकीमधून कॉंक्रीट काढून घ्यावे आणि योग्य तपमान ठेवलेल्या आर्द्र वाळूत ठेवून घ्यावे.

(इ) धुकेरी खोल्या – १०० टक्के सापेक्ष आर्द्रता आणि ७३.४±३ अंश F तपमान असलेली धुकेरी खोली आर्द्र मुरवणाकरिता आदर्श असते आणि अन्य पद्धतीतल्यापेक्षा उपलब्ध जागेचा जास्तीत जास्त परिणामकारक उपयोग करणे त्यामुळे शक्य होते. ग्रँडकुली धरणावर बांधलेल्या आणि कार्यान्वित केलेल्या मुरवण खोलीत आर्द्रता आणि तपमान अनुज्ञेय मर्यादांच्या पुष्कळ आत होते. ६X१२ इंची १००० नळकांडी ठेवता येतील इतकी तिची क्षमता होती आणि ती खालीलप्रमाणे बांधलेली व सुसज्जीत केलेली होती.

त्या खोलीची रुंदी १३ फूट, लांबी १६ फूट आणि उंची १० फूट होती. तिच्या भिंती बाहेरच्या बाजूने शिपलॅप सांध्याच्या आच्छादित केलेल्या २ X ८ इंची लाकडी दुपेधांच्या होत्या आणि तिच्या आतल्या बाजूवरील धातूच्या पट्टीवर सिमेंटचे प्लॅस्टर केले होते. दुपेधांच्या दरम्यान शैललोकर भरून भिंतीचे विसंवाहन केले होते, आणि पायसीकृत ॲस्फाल्टचा रंग लावून त्या जलरोधक केल्या होत्या. छताची संरचना भिंतीच्या संरचनेच्या सारखीच केली होती. तक्तपोशी कॉंक्रीटची होती आणि तीत विकासनलिकांनी विकासाची तरतूद केली होती. वेल्ड केलेल्या पोलादी अँगलचा आधार देऊन ११ इंच अंतरावर नमुना ठेवण्याकरिता ८ टप्प्यांच्या शिड्या तयार केल्या होत्या. प्रत्येक टप्पा १२ इंच रुंद आणि १ X १३ इंची अँगलचा तयार केला होता आणि विकास होईल अशा तऱ्हेने तो बसविला होता. खोलीच्या प्रत्येक बाजूवर ह्या शिड्या ठेवल्या होत्या आणि मधल्या जागेतील काही भागात त्यांच्या २ रांगा बसविल्या होत्या. तक्तपोशीवर लाकडी जाळ्यांच्या पट्ट्याचे पायमार्ग बनविले होते.

नमुन्यांच्या प्रत्येक शिडीवर फवाऱ्यातून पाणी सोडून धुक्याचा पुरवठा केला होता. छतावरून लोंबकळत ठेवलेल्या पाण्याच्या नळ्यांत पाडलेल्या भोकात लहान पेट्रोलच्या दिव्याच्या जनित्राच्या बोणशा बसवून हे फवारे तयार केले होते. नळ्यांना बसविलेल्या तारांच्या बसक्या टोकावर बोणशीमधील पाण्याच्या प्रवाहाचा आघात करून पाण्याचे अणूकरण करण्यात आले. फवाऱ्याखाली टांगलेल्या धातूच्या गटारातील अधोमुखातून टपकणाऱ्या पाण्याचा निस्राव जमिनीवर सोडण्यात आला होता. धुकेरी फवाऱ्यांचे ३ प्रकार आ. ६२ मध्ये दाखविले आहे.

अत्यंत शीत हवामानात ५०० वॉट पट्याच्या तापमापकाच्या सहाय्याने खोलीत उष्णतेचा पुरवठा करण्यात आला. मध्यशीत हवामानात जरूर तितकी उष्णता पुरविण्याकरिता

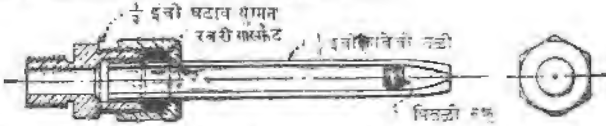


टिप्पणी अ– पाण्याच्या व्दाराकरता ⅛ इंची दरम्याने सुरवात करुन ८० नंबरच्या दरम्याने वेधन पूर्ण करावे

टिप्पणी आ– तोटी पासून पत्र्यापर्यंतचे अंतर सुमारे ४ इंच आहे जलदाबातील फरका प्रमाणे हे अंतर बदलेल

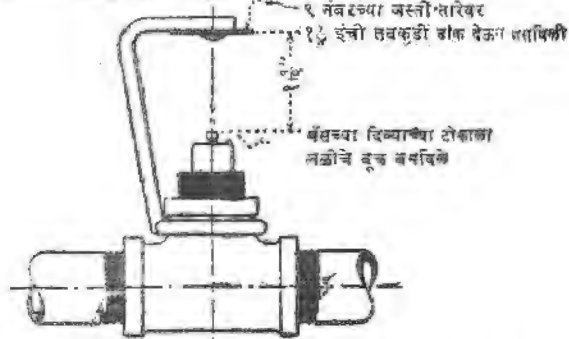
टिप्पणी इ– पत्र्याच्या मागल्या बाजूस हातोडी व टोच्याने खळगा पाडून पृष्ठभाग वर उचलावा

टिप्पणी ई– छतापासून २० इंच खाली फवारे ठेवलेले असतात.



टिप्पणी – अंदाजे ·०२५ इंची जलव्दार मिळण्याकरिता कांचेच्या नळीचा एक तुकडा गरम करुन व खेचून तोटी तयार करण्यात येते, कानशीने नळी कापून गुळगुळीत करण्यात येते.

पाणी गरगर फिरुन व्दारातून बाहेर पडताना तुषार उडावेत म्हणून कांचेच्या नळीच्या आंतल्या बाजूस पितळी स्क्रू २ पेच आतील असा बसविण्यात येतो.



टिप्पणी – नळीच्या बाजूवर ३ इंच अंतराने तुषारतोट्या बसविण्यात येतात व छताच्या नजीक प्रत्येक सिलिंडरच्या घडवंचीवर नळी नेण्यात येते.

पाण्याच्या नळीत एक चाळणी बसवून गाळाने तोटी चोंदून जाण्याचे सामान्यतः निवारण करण्यात येते

टीप– अशा तऱ्हेचे फवारे द. चौ. इं. स किमान २० पौंड जलदाबाखालीच कार्यान्वित होतात

आ. ६२

मुरवण खोलीकरितां धुक्याच्या फवाऱ्याची साधने २८८–D–१९३३

छतावरील दिवे जळत ठेवण्यात आले. हवापरिचालनाकरिता हवेतील आणि खोलीतील तपमान एकसारखे रहावे म्हणून पंखा वापरला होता.

मध्यम उष्ण हवामानात जेव्हा पाण्याचे उष्णतामान ७३.४ F अंशापेक्षा कमी होते तेव्हा फवारे मारून तपमान खाली आणण्यात आले. उष्ण हवामानात जेव्हा फवाऱ्यातील पाण्याचे व बाहेरच्या हवेचे तपमान ही दोन्हीही ७३.४ F अंशाच्या वर असते तेव्हा एकमेकासमोरील भिंतींच्या माथ्याजवळच्या २ शीतक नलिकांची द्वारे जरुरीप्रमाणे उघडण्यात येत. यांच्यापैकी एका नलिकेच्या थेट समोर परिचालक पंख्यामुळे अगदी कमी सापेक्ष आर्द्रता असलेली गरम हवा बाहेरुन ओढून घेतली जात होती आणि ह्या कोरड्या आत येणाऱ्या हवेने पाण्याचे बाष्पीभवन होऊन पाहिजे तितक्या बिंदूपर्यंत मुखण–खोलीचे शीतन होई व समोरच्या नलिकेतून संपृक्त हवा बाहेर निघून जाई. नलिकांची द्वारे हाताने कमी जास्ती उघडून तपमानाचे नियंत्रण करण्यात येई.

इ – अहवाल आणि चाचणीतील आधार–सामुग्रीचे मूल्यमापन

६ २ अहवाल – रेक्लमेशन सूचना मालिका १७० प्रमाणे संरचनेच्या प्रगतीच्या अहवालाचा एक भाग म्हणून दरमहा मुख्य अभियंत्याकडे कॉंक्रीटच्या संरचनेच्या आधार–सामुग्रीचा सारांश सादर करावा लागतो. ह्या अहवालांच्यामुळे चार प्रकारचे उद्देश साध्य होतात :–

१) संरचनाकार्यवाही आणि कॉंक्रीटवरील प्रभावी नियंत्रणासंबंधीची माहिती प्रकल्प कार्यालय आणि डेन्व्हर कार्यालयांना नियमितपणे मिळते.

२) संरचनांच्या विनिर्देशांच्या विकासाकरिता हे अहवाल मोलाचे असतात.

३) ब्यूरोच्या विस्तृत प्रकारांच्या प्रकल्पांवरील व्यावहारिक अनुभवाने मिळविलेल्या माहितीच्या साठ्यात त्यामुळे वृद्धी होते; अशा माहितीला जेव्हा प्रयोगशाळेतील चाचण्या आणि शास्त्रीय संशोधनातून प्राप्त केलेल्या तांत्रिक ज्ञानाची जोड मिळते तेव्हा कॉंक्रीटच्या संरचनांच्या पद्धतीत एकसारखी प्रगती होण्याकरिता आधार म्हणून तिचा उपयोग होतो.

४) मक्ते देण्याचे कामी जरुर पडल्यास वापरण्याकरिता हे अहवाल कायमच्या नोंदी म्हणून काम देतात.

डेन्व्हर कार्यालयातील अभियंत्यांना हे अहवाल किती मूल्यवान वाटतात हे त्यांच्या अनेक वर्षांच्या उपयोगावरुन निर्दशित झाले आहे. ज्यांना कॉंक्रीटच्या संरचनांच्या नियंत्रणांशी निकट संबंध ठेवावा लागतो त्यांच्याकडून ह्या अहवालाचे पुनर्विलोकन केले जाते.

अहवालांचे सामान्य स्वरुप आणि ज्यावर संक्षिप्त आधारसामुग्रीची नोंद करावयाची आहे ते तक्ते, रेक्लमेशन सूचना मालिका १७० मध्ये दाखवून दिल्याप्रमाणे यानंतर विहित केले आहेत

अ) वर्णनात्मक विभाग – कॉंक्रीटच्या बांधकामाच्या माहितीचा वर्णनात्मक गोषवारा कॉंक्रीटच्या बांधकामावर अंमलात आणलेल्या तांत्रिक नियंत्रणातील विशेष महत्वाच्या अथवा चित्तवेधक बाबींपुरता मर्यादित असावा. मजकूर स्वच्छ आणि संक्षिप्त असावा आणि त्यात व्यक्तिगत अगर महिन्या महिन्याच्या अहवालातील मजकूराची पुनरावृत्ती अस

नये. समुचित आणि व्यवहार्य असेल तेथे छायाचित्रे आणि रेखाचित्रे त्यात समाविष्ट करावीत. खाली दिलेल्या सारख्या, घटक, परिस्थिती आणि अनुभव यांच्या, वर्णनांचे विशेष औत्सुक्य आणि मूल्य असते :–

१) **काँक्रीटमधील घटक** – मिलाव्याच्या संयंत्राची योजना अगर साधनातील महत्वाचे अगर नाविन्यपूर्ण फेरफार अगर प्रमाण-नियामकाजवळच सफाई चाळणाच्या सुविधा मिलाव्याच्या संबंधीच्या विनिर्देशनात्मक गरजा पुऱ्या करण्यात येणाऱ्या अडचणी आणि सुधारणेच्या पद्धती; आणि काँक्रीटमधील अंतर्वस्तू हाताळण्याविषयीच्या मनोरंजक गोष्टी, मोठाल्या प्रकल्पावर खुले अगर पोत्यात भरलेले सिमेंट, (जेव्हा वापरले असेल तेव्हा) पोझोलान, संमिश्रण क्रिया, आणि संकुचन जोडांच्या गाराभराईत वापरलेल्या सिमेंटची प्रक्रिया, या संबंधीच्या माहितीचा यात अंतर्भाव असावा.

(२) **प्रमाण–नियंत्रण आणि मिश्रण** – सुधारणा घडवून आणणाऱ्या क्रियापद्धती अगर फेरफार, काँक्रीटची द्रव्ये आणि काँक्रीट ऊन अगर गार करण्याची साधने; मिश्रकाच्या कार्यवाहीच्या चांचण्या; प्रमाण चांचण्या कधी केल्या असल्यास आणि काही सुधारण्याचे उपाय योजले असल्यास त्यांच्या तारखा, मात्र साधन–सामुग्री तपशीलवार नसावी.

(३) **काँक्रीटची वाहतूक** – अवपात हानि, विलगन, आभासी पक्वता इत्यादि, आढळून आलेल्या अडचणी आणि अशा अडचणी येण्याची कारणे आणि त्या दूर करण्याचे उपाय.

(४) **काँक्रीट जागेवर पसरणे** – काँक्रीट जागेवर पसरण्याकरिता आणि अवघड, जागी ते पसरण्याकरिता करण्यात येणाऱ्या तयारीतील समस्या, निःस्रवण, काठिण्य, प्रत्याधिक पृष्ठीय रिक्तता वगैरे; योजिलेले उपाय आणि विकसित केलेल्या सुधारित प्रथा.

(५) **काँक्रीटची झिलई** – येणाऱ्या समस्या आणि त्यांची उकल, डाग काढून टाकणे आणि खास उपकरणांविषयीचा अनुभव.

६) **काँक्रीटचे संरक्षण आणि मुरवण** – आलेल्या असाधारण अडचणी आणि त्यावरील उपाय, संरक्षण आणि मुरवणाकरिता आणि या कार्यवाहीच्यामुळे पृष्ठभागावर जर काही खराबी झाली असेल तर त्या बाबतीत योजलेल्या नाविन्यपूर्ण क्रियापद्धती अगर सावधगिरी; पराकोटीच्या हवामानासंबंधी सामान्य निवेदनाचा समावेश असावा पण तो हवामानाच्या सांख्यिकीय माहितीचा लांबलचक अहवाल असू नये.

७) **पूर्वरचित काँक्रीट** - काँक्रीटच्या नळ्या अगर इतर पूर्वरचित पदार्थासंबंधी असलेल्या उणीवा आणि दुरुस्त्या अगर अस्वीकृतींच्या सारख्या विशेष औत्सुक्यपूर्ण बाबी; तसेच संपादन केलेल्या ठळक बाबी अगर गुणधर्म.

८) **क्षेत्रीय प्रयोगशाळेची कार्ये** - विशेष प्रकारच्या चांचण्या अगर अन्वेषणे, प्रयोगशाळेतील उपकरणांची परिस्थिती वगैरे.

९) **काँक्रीटच्या बांधकामावर परिणाम होणाऱ्या प्रशासकीय गोष्टी** – नक्ते-दाराबरोबर केलेल्या चर्चा आणि त्यांनी केलेले विरोध; निरीक्षकांचे कामासंबंधी प्रशिक्षण वगैरे.

१०) **सूचना** – अभिकल्पन आणि विनिर्देशन यात करण्याजोग्या सुधारणांसहित काँक्रीटवरील नियंत्रण सुधारण्याची साधने.

आ) संक्षेपित कोष्टकीकरण –

काँक्रीटच्या बांधकामाची आधारसामग्री संक्षिप्तपणे नोंदण्याकरिता २ नक्ते विस्तृतपणे वापरण्यात आले आहेत व त्यांची व्यवहार्यता सिद्ध झाली आहे. मिलाव्याच्या चांचण्यांच्या संक्षिप्त माहितीच्या अहवालाचा तक्ता आ. ६३ मध्ये दाखविला आहे. प्रतवारीच्या विनिर्देशीय गरजा प्रमाण–नियंत्रित केलेल्या मिलाव्याकरिता असल्याने प्रमाण–नियंत्रकावरून घेतलेल्या नमुन्यांच्या चांचण्यांचे निष्कर्ष सामान्यतः माहितीत दाखविलेले असतात. तथापि, मिलाव्यावरील प्रक्रिया करण्याच्या संयंत्रणातून अगर (मिलाव्याच्या) साठ्यातून घेतलेल्या नमुन्यावरील चांचण्यांच्या निष्कर्षांच्या अहवाला-करिताही हा तक्ता वापरता येतो; अशावेळी सुद्धा तक्त्यावर योग्य तो खुलासा करावा.

काँक्रीटच्या मिश्रणाच्या माहितीच्या अहवालाकरिता वापरण्यात येणारा तक्ता आ. ६४ मध्ये दाखविला आहे. महिन्यात केलेल्या प्रत्येक चाचणीकरिता माहिती दाखविण्यात यावी आणि जसजशी माहिती उपलब्ध होत जाते तसतशी ती तक्त्यावर रोजच्या रोज नोंदण्यात यावी. क्षेत्रीय संक्षिप्तीकरणाची जरूरी नसते. मूळ प्रत प्रकल्पकार्यालयात ठेवता यावी आणि जसजशी माहिती उपलब्ध होत जाते तसतशी मासिक संरचना–माहितीच्या अहवाला-बरोबर प्रत सादर करता यावी अशा तऱ्हेने तक्ता विकसित केला आहे.

ह्या तक्त्याच्या शीर्षकावरून विशिष्ठ मिश्रणाचा तो "प्रथम" "द्वितीय" अगर "अंतिम" अहवाल आहे हे कळून येईल. ज्या महिन्याच्या अहवालात मिश्रण आणि नळकांडी तयार केली आणि महिन्याच्या अखेरीस ७ आणि २८ दिवसाच्या नळकांड्याच्या शक्ती उपलब्ध झाल्या त्या महिन्याचे नांव पहिल्या अहवालावर लिहिलेले असते. एक महिन्यानंतर सादर केलेल्या द्वितीय अहवालात तीच माहिती पहिल्या सारखीच दाखविलेली असते; याशिवाय सर्व २८ दिवसाच्या नळकांड्यांच्या शक्तीचीही माहिती असते. दुसऱ्या महिन्याच्या अहवालानंतर दोन महिन्यांनी सादर केलेल्या अंतिम अहवालात पूर्वीच्या अहवालातील नोंदलेला तोच महिना आणि माहिती असून त्याला ९० दिवसांच्या शक्तीच्या नोंदीची जोड दिलेली असते.

९० दिवसानंतरच्या कालावधीत फोडण्याकरिता नळकांडी तयार केलेली असतील अशा कामावर ९० दिवसाच्या शक्तीच्या माहितीच्या अहवालावर नंतरच्या कालावधीत फोडण्या-करिता हे नमुने तयार केले आहेत असे दर्शविण्याकरिता "अंतिम" अशा नोंदीऐवजी "तृतीय" अशी नोंद करावी. उपलब्ध होतील तसे ह्या नळकांड्यांच्या शक्तींचे अहवाल

कॉंक्रिटच्या संरचनेसंबंधी आधार सामुग्री

[illegible]

प्रकल्प = हंग्री हॉर्स.

[illegible] = धरण आणि [illegible].

मे १९ ५१ या महिन्याकरिता ५ या ५ वा तक्ता [illegible]

नमुन्याच्या वाळूच्या चाचण्या						
चाळणी नमुना	(चाळणीवर) राहिलेली टक्केवारी					
	भरडतम		सूक्ष्मतम		सरासरी	
	व्यक्तिगत	संचयी	व्यक्तिगत	संचयी	व्यक्तिगत	संचयी
क्र. ४	७	७	५	५	६	६
क्र. ८	१६	२३	१२	१७	१५	२१
क्र. १६	१४	३७	१३	३०	१६	३७
क्र. ३०	१५	५२	१४	४४	१५	५२
क्र. ५०	३५	८७	३३	७७	२८	८०
क्र. १००	९	९६	१९	९६	१६	९६
क्र. २००	३	९९	३	९९	३	९९
पॅन	१	१००	१	१००	१	१००
सू. मु.		३.०२		२.६९		२.९२
आर्द्रता						
सरासरी						८.२
कमाल						१५.३
किमान						६.४
नमुन्यांची संख्या						११७
विशिष्ट गुरुत्व						२.६६

वाळूवरील टिप्पणी :— थंडीच्या मोसमात निसारणाकरिता भरपूर वेळ मिळेल इतक्या पुरेशा आकारांचा वाळूचा साठा होता.

भरड मिलाव्याच्या चाचण्या				
प्रत्येक [illegible]				
नमुन्याच्या संख्या	८०	७७	७९	७८
सामान्य आकार व्याप्ति	$\frac{3}{4}$ ते $\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$ ते [illegible]	[illegible] ते ३	३ ते ६
ठळक प्रमाणात अधिक मोठा आकार				
सरासरी	००	०	०	०
कमाल	२	४	०	०
किमान	०	०	०	०
ठळक प्रमाणात अधिक मोठा आकार				
सरासरी	१	५	३	४
कमाल	३	१९	६	९
किमान	०	१	०	१
सामान्य आकार				
सरासरी	१	५	२	१
कमाल	५	२९	१७	३०
किमान	०	०	०	०
सामान्य अधिक मोठा आकार				
सरासरी	२	१८	११	१४
कमाल	१०	४१	३४	३१
किमान	०	४	५	३
[illegible] सामान्य चाळणीतून जाणारे	०	०	०	१
[illegible] इंच चाळणीवर राहिलेले	६२	-	-	-
[illegible] इंच चाळणीवर राहिलेले	-	३५	-	-
[illegible] इंच चाळणीवर राहिलेले	-	-	३२	-
आर्द्रता				
सरासरी	१.८	.८		
कमाल	३.०	२.१		
किमान	०.९	०.१		
नमुन्यांची संख्या	९९	९१		
विशिष्ट गुरुत्व	२.६३	२.६५	२.६८	२.७०

भरड मिलाव्यावरील टिप्पणी — $1\frac{1}{2}$ ते ३ इंची आणि ३ ते ६ इंची मिलाव्यावर आर्द्रतेकरता चाचण्या केल्या नव्हत्या.

आ. क्र. ६३ - मिलाव्याच्या चांचण्यांचा नमुनेदार अहवाल २८८-D-२६३

७-१२१७.

काँकिटच्या संरचनेसंबंधी आधार सामुग्री

प्रकल्प — अपर कोलोरॅडो नदीचा जलाशय.

दुसरा घटक — फ्लेमिंग गॉर्ज धरण — पारी काँक्रीट — आधार.

ॲप्रिल १९४१ च्या महिन्यात वापरलेल्या काँकिटच्या मिश्रणासंबंधी — दुसरा अहवाल —

विनि. क्र. D C ५०४५ —

१ वा-१ ला तपशा- —

महिन्यातील दिवस आणि पाळी	विनि. नाव क्र.	मिलाव्याचे स्वच्छ विलगन एकूण (मिलाव्याची) टक्केवारी: वाळू	३/१६ ते ३/४	३/४ ते १-१/२	१-१/२ ते ३	३ ते ६	काँकिटचे तपमान °F	नोंदणीने केलेले प्रतिनिधिक घ. या. काँकिट	निव्वळ W / C+P	इंचात अवपात (२२ डिसें)	एकक वजनाचे काँकिट (२३ डिसें)	मिश्रणाची रचना-द. घ. या. स. पौंड: W पाणी	C पोर्टलंड सिमेंट	P पोझोलान	S वाळू	G एकूण मिलावा	वायुधारक द्रव्य द. घ. या. सु. सी. सी. अगर घेच्य	परिसवायूंची टक्केवारी: एकक वजन (२३ डिसें.)	वायुमापी २४ डिसें	संपीडक शक्ति पौंड/चौ. इं.: ७ दिवस	२८ दिवस	९० दिवस
									आतील काँक्रीट – ६ इंची कमाल (आकाराचा) मिलावा.													
G ४-१२	५७	२०	१६	१८	२४	२२	४४	७६९	०.५३	१.५०	१४८.५	१४८	२०९	६९	७१५	३८९८	१११	४.७	४.०	१९१०	३३३०	--
S ४-१७	५७	२०	१६	१७	२७	२०	५०	४७५	०.५६	२.००	१४९.६	१५०	२११	७०	७१९	३८८३	१५५	३.८	३.६	२३९०	३८६०	--
G ४-१९	५७	२०	१४	१६	२९	२१	५०	७७५	०.५२	१.५०	१५०.४	१४९	२१२	७०	७३६	३८९४	१५९	३.६	३.२	२३१०	३८३०	४८३०
D ४-२१	५७	२०	१७	१६	१९	२८	५०	१६	०.४७	२.००	१४८.८	१३३	१८७	६४	६९१	३९११	१४८	५.१	४.०	१७६०	३३८०	४१३०
S ४-२४	५७	२०	१६	१७	२४	२३	४४	३६१	०.५३	१.७५	१५०.०	१४८	२१२	७०	७१९	३९०५	१४८	३.९	३.३	२०९०	४०७०	४९७०
									बाहेरील काँक्रीट – ६ इंची कमाल (आकाराचा) मिलावा.													
G ४-६	५७	२०	१५	१७	२९	१९	४४	६२६	०.४३	२.५०	१४८.३	१५९	२०३	९१	७१३	३००२	१५१	४.८	३.५	३०६०	५२५०	६६५०
S ४-११	५७	२०	१२	२३	२२	२४	४६	३४८	०.४६	२.५०	१४८.९	१६९	२०६	९१	६८५	३००९	१३१	४.०	३.२	२१२०	३७५०	४५१०
S ४-१२	५७	२०	१९	१४	२१	२९	५२	३९१	०.५०	२.७५	१४८.६	१६२	१२२	--	६११	३८३४	१३२	४.७	४.५	२३९०	२९९०	--
S ४-१८	५७	२०	१६	१६	२६	२२	५३	३८३	०.४३	२.००	१५१.०	१६१	२८०	९१	७०८	३८३५	१४२	३.०	२.७	३४००	५७३०	--
D ४-१९	५७	१९	१९	१७	२३	२९	५४	३९१	०.४२	१.७५	१५०.६	१५८	२८०	९१	६८८	३८४७	१५७	१.४	२.८	३२००	४४६०	४६००

सिमेंट — मायडिअल छाप — प्रकार — २ — नवीन अल्कली — मायडिअल सिमेंट कंपनी, डेव्हिल्स स्लाइड, उटा.

पोझोलानचे व्यापार चिन्ह — आमडिअलाइट. — विशिष्ट गुरुत्व — २.५४ — मूलस्थान — ग्रेट वेस्टर्न ॲग्रिगेट कंपनी, सॅरेमी, व्योमिंग.

वायुधारकाचे व्यापार चिन्ह — प्रोटेक्स. — नळकाड्यांच्या सुरक्षणाची पद्धत — धुकेरी खोली. — सुरक्षण तपमानाची सीमा — ७३.० ± ३°F

कॅल्शियम क्लोराइडची वजनी टक्केवारी — ० —

० काँक्रीटच्या नियमपुस्तिकेच्या ७ व्या आवृत्तीतील परिच्छेद ११ व आकृति ६५ पहा.

आकृति क्र. ६४ – काँक्रीटच्या मिश्रणांचा नमुनेदार मासिक अहवाल २८८-D-२६३५

पाठवावेत आणि पूर्वी सादर केलेल्या मिश्रणाच्या अनुषंगाने ह्या नळकांड्यांची ओळख पटवावी, तसेच ७–१३१७ क्र. च्या तक्त्यावर नोंद करताना मिलाव्याच्या कमाल आकाराप्रमाणे या मिश्रणाचे गट करावे.

आ. ६४ मध्ये दाखविलेल्या कॉंक्रीट मिश्रणाच्या आधारसामुग्रीचे संगणन करण्यास आ. ६५ सारखी एक उचित कार्यसूची कॉंक्रीटच्या संरचन–माहितीच्या अहवालात समाविष्ट करू नये पण भविष्यकाळातील निर्देशनाकरिता प्रकल्प अधिकाऱ्याने ठेवून घ्यावी. आ. ६५ मधील तक्त्याचा कसा उपयोग करावयाचा याचा खालील टप्प्यांवरून खुलासा होईल. (तक्त्याचा वापर करण्याच्या संपूर्ण सूचना त्याच्या पाठीवर छापल्या आहेत.)

टप्पा १ – १ ल्या स्तंभात मिलाव्याचे आकार नमूद करावेत.

टप्पा २ – २ ऱ्या स्तंभात वाटप्याची प्रत्यक्ष वजने नमूद करावीत.

टप्पा ३ – ३ अ या स्तंभात मिलाव्याच्या प्रत्येक तुकड्यावर केलेल्या आर्द्र चाचण्यांवरून काढलेल्या प्रतिशत् संपृक्त–पृष्ठ–शुष्क आर्द्रतेची नोंद करावी.

टप्पा ४ – ३ इ या स्तंभात मिलाव्याच्या प्रत्येक तुकड्याकरिता $\frac{\text{ओले वजन} \times १००}{१०० + \% \text{ आर्द्रता}}$ असे संगणित केलेले संपृक्त पृष्ठ–शुष्क वजन नोंदावे.

टप्पा ५ – २ ऱ्या स्तंभातील वाटप्याच्या वजनामधून ३ इ या स्तंभातील संपृक्त–पृष्ठ–शुष्क वजन वजा करून राहिलेली बाकी ३ आ या स्तंभात नोंदावी. जर बाकी अधिक असली तर मिलाव्यांतून मिश्रणास पाणी मिळत असते व जर ती उणे असली तर संपृप्त पृष्ठ–शुष्क अवस्था प्राप्त करण्याकरिता मिलाव्याने जे पाणी अवशोषण केले त्या पाण्याचे अवशोषण वजन असते. ३ आ या स्तंभातील मिलाव्याच्या सर्व तुकड्यांच्या वजनांची बैजिक बेरीज ३ आ या स्तंभातील " पाणी " या शब्दासमोरील रेषेवर नोंदावी.

टप्पा ६ – स्तंभ ४ अ मध्ये चांचणी चाळण्यांचे आकार नोंदावेत.

टप्पा ७ – चाळणी विश्लेषण चांचण्यावरून मिळणाऱ्या मिलाव्याच्या प्रत्येक तुकड्याकरिता चांचण्यावर नाममात्र रहाणाऱ्या आणि त्यातून जाणाऱ्या टक्केवाऱ्यांची नोंद स्तंभ ४ आ मध्ये करावी.

टप्पा ८ – स्तंभ ३ इ मधील वजनाने स्तंभ ४ आ मधील टक्केवारीला गुणून आलेला गुणाकार स्तंभ ४ इ मध्ये नोंदावा.

टप्पा ९ – बाणांनी दाखविलेली अति लहान आणि अति मोठ्या (कणांची) वजने, सुस्पष्ट विलगनाकरिता मिलाव्याच्या अंशात स्तंभ ४ ई मध्ये स्थानांतरित करावीत कारण ती त्यांच्याशी संबंधित असतात.

टप्पा १० – स्तंभ ४ ई मध्ये मिलाव्याच्या प्रत्येक आकार - विभागाची संयुक्त वजने मिळवावी आणि त्यांची नोंद स्तंभ ५ मध्ये करावी.

टप्पा ११ – स्तंभ २ मधून सिमेंट, पोझोलान यांची वजने आणि वायुधारक द्रव्याची राशी ५ व्या स्तंभात स्थानांतरित करावी. स्तंभ २ आणि ३ आ मधील पाण्याच्या वजनांची बेरीज करावी आणि ती स्तंभ ५ मध्ये नोंदावी.

टप्पा १२ – प्रत्येक वाटयाच्या घन यार्ड राशीने प्रत्येक (स्तंभ ५ मधील) सुधारित गट वजनाला भागून प्रत्येक अंतर्वस्तूचे दर घ. यार्डाचे वजन संगणित करावे. संयुक्त वाटयाच्या वजनाला (स्तंभ २ अगर स्तंभ ५ पैकी कोणच्याही एकाची बेरीज) ताज्या कॉंक्रीटचे एकक वजन आणि गुणांक २७ यांच्या गुणाकाराने भागले असता आलेला भागाकार गटाची राशि असतो. ह्या संगणनाकरिता उजव्या हाताच्या खालच्या कोपऱ्यात जागा ठेवली आहे.

टप्पा १३ - (अंतर्वस्तूचे विशिष्ट गुरुत्व आणि दर घ. फूट पाण्याचे वजन ६२·३ यांच्या गुणाकाराने दर घन यार्डाच्या वजनाला भागून) मिश्रणातील प्रत्येक अंतर्वस्तूची घनराशी संगणित करावी आणि तिची नोंद स्तंभ ७ मध्ये करावी. ह्या घनराशींची बेरीज करून ती ७ व्या स्तंभाच्या तळाशी नोंदावी. हवेची राशी, २७ घ. फूट आणि अंतर्वस्तूंची एकूण घन राशी यांच्यामधील फरकाच्या इतकी असते. हवेची टक्केवारी हवेच्या घ. फु. तील राशीला २७ ने भागून आलेल्या भागाकारा इतकी असते. तक्त्याच्या तळाशी ह्या संगणनाकरिता जागा ठेवली आहे.

टप्पा १४ – स्तंभ ५ अगर ६ पैकी एका स्तंभातील वजनावरून सुस्पष्ठ विलगनावर आधारलेली मिलाव्याच्या प्रत्येक आकाराची टक्केवारी संगणित करावी आणि ८ व्या स्तंभात तिची नोंद करावी.

टप्पा १५ – स्तंभ ५ अगर ६ पैकी एका स्तंभातील पाण्याचे वजन आणि सिमेंटचे (अधिक पोझोलान वापरला असेल तर त्याचे) वजन यांच्यावरून जल–सिमेंट गुणोत्तराचे संगणन करावे. या तक्त्याच्या उजव्या बाजूच्या खालच्या कोपऱ्यात ह्या संगणनाकरिता जागा ठेवली आहे.

टप्पा १६ – संगणने तपासल्यानंतर तारका चिन्ह असलेली माहिती आ. ६४ मध्ये दाखविलेल्या तक्त्यात नोंदावी.

६३ – चाचणीच्या आधारसामुग्रीचे मूल्यमापन – ब्यूरोच्या कॉंक्रीटमधील एकसमानतेच्या गरजा पुऱ्या करील असे कॉंक्रीट निर्माण करण्यात अंतर्वस्तु आणि कॉंक्रीट या दोन्हीच्या चांचण्याशी संबंध येतो. मानक चांचणी नळकांडयांची शक्ति केवळ संरचनेची शक्तीच दाखविते असे नाही तर वापरलेली द्रव्ये, टिकाऊपणा, जलरोधकता आणि अपघर्षण प्रतिरोधकता यांच्यासारखे कॉंक्रीटच्या मिश्रणातील अन्य गुणधर्मही तिच्यावरून प्रतिबिंबित होतात. चांचणी नळकांडयांच्या एकसमान शक्तीवरून एकसमान नियंत्रणाचे महत्वही दृगोचर होते. चांचण्यांच्या निष्कर्षात मोठ्या प्रमाणात भिन्नता येण्यास अभिकल्पनाच्या कसोटयांची पूर्तता होण्याकरिता वृद्धिगत सरासरी शक्ती अव-

७-१५५७
७-५३
नियंत्रणाचा प्रकार

काँक्रिटच्या मिश्रणाच्या आधारसामग्रीची कार्यसूची

प्रकल्प — डॅम्प डॉर्क — घटक — ॲक्वेड, परम. विनि क्र. — ३१३२ पान ७
महिना व वर्ष — नोव्हेंबर १९५८ — पाळी व महिन्यातील दिवस — ३ मा. सिंचन — काँक्रिटचा प्रकार — ७, कार्बुनित
सिमेंट-पोर्टलँड सिमेंट छाप — लोहाय — पोझोलान — [illegible] — संमिश्रण — [illegible]
उपायोग — दोन टॉ. — नक्काशीचे क्रमांक — ४४५६ — ते — ४४६८

घटकांश	मिश्रणातील घटकांची वजने	मिलोव्हातील आर्द्रता करता दुरुस्ती: मिलोव्हातील प्रतिशत् पाणी	मिलोव्हातील पाण्याचे वजन	मिश्रणाची दुरुस्त वजन	मिश्रणाच्या अधिक मोठ्या व त्याहून कमी आकाराकरता दुरुस्ती: चाळणी चा आकार	प्रत्येक आकारचा मिलावट: टक्केवारी	पौंडात वजन	पौंडात दुरुस्त वजन	बाटचाचे पौंडात दुरुस्त वजने	दर घन वारी करता राशी: घ. फू. मा. ठोस अंशभाग	प्रत्येक घटकांशाची घ.फू. राशी	एकूण मिश्रणावर आधारलेली मिलावटीची प्रतिशत् प्रमाणे
वायुधारक कारक	१०६० सीसी								२०६० सीसी	३६४ सीसी		
सिमेंट	पौंड ८८५								पौंड ८८५	पौंड ३३०	१.१९	
पोझोलान	३३४								३३४	५८	०.३७	
वाळू					७४ वरून जाणारे	१०.५	११८८	११८८				
	११८०	५.८	२९०	१२७०	७४ वर राहणारे	२.५	८१	१९७	१३८५	८४२	१.०८	३१.०
भरड मिलावा नं. ४ ते ३/४"	११५०	०.३	८६	९३१	नं. ४ वरून जाणारे	६.३	१९७	८२				
					नं. ४ ते ३/४"	९१.०	१८७६	१८३२	२००७	७३५	४.९८	२०.१
					३/४" वर राहणारे	२.७	८५	१९३				
भरड मिलावा ३/४" ते १-१/२"	२२५०	-०.१	-७	२२५७	३/४" वरून जाणारे	५.१	२३६	८५				
					३/४" ते १-१/२"	९०.८	२२४०	२२४०	२२२१	५८३	३.५४	१५.१
					१-१/२" वर राहणारे	३.१	८१	१८				
भरड मिलावा १-१/२" ते ३"	३५५७	०	–	३५५०	१-१/२" वरून जाणारे	०.५	१८	८१				
					१-१/२" ते ३"	९०.५	३५००	३५००	३३३७	९१२	५.४८	२४.१
					३" वर राहणारे	२.०	७२	८६				
भरड मिलावा ३" ते ६"	३३१०	०	–	३३१०	३" वरून जाणारे	१.८	८१	७२				
					३" ते ६"	९१.९	३११५	३११५	३१८७	५४४	३.३४	१४.१
					६" वर राहणारे	९.१	५१					
मिलावा ६" अधिक								५१	५१	१५	०.०९	०.४
पाणी	४०१		५०१						६०१	३५०	१.४०	
एकूण	११४४०			१४०१८				१४०१८	११३४	४०८१	११.०८	१००.०

घटकांशी प्रमाणे प्रतिनिधिक काँक्रिटची राशि — एकूण भरड मिलावा २८१९

बाटचांची संख्या व बाटचांची राशि — ३०१ — घ. या — वायुमापी प्रमाणे वायुअंश — ४.१६
अवपात — २.२" — काँक्रिटचे तपमान ६३° — काँक्रिटचे एकक वजन — दर घ.फू.मा. १५१.५ पौंड.

वायुधारक कारकाचा छाप — विन्सॉल रेझिन

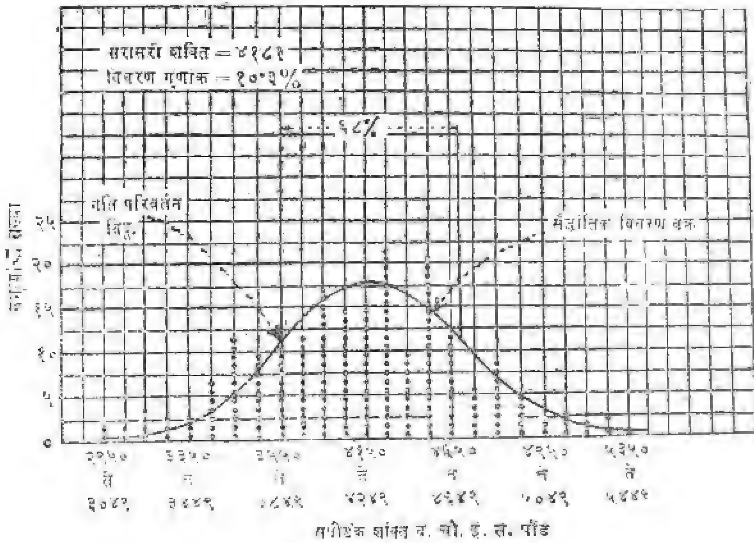
$$\frac{W}{C+P} = \frac{६०१}{८८५ + ३३४} = ०.४९१$$

वायुअंश भारात्मक पद्धतीने $\frac{१२७ - २१०}{२०} = ७.७$ — बाटचांची राशि $\frac{१६४४०}{१५१.५}$ = ४.०१ घ. यार्ड

क्र.७-१३१७च्या तक्त्यावर आधार सामुग्रीची आणि माहिती सादर करायाची

आकृति क्र. ६५ कॉंक्रीट मिश्रणाच्या आधार सामग्रीची नमुनेदार कार्यसूचि २८८-D२६३६

श्यकतया असावी लागते; शिवाय कॉंक्रीटच्या दर्जातील अनुज्ञात आत्यंतिक फरकामुळे नेहमी बांधकामातील महत्वाच्या विभागात कमी दर्जाचे कॉंक्रीट घातले जाण्याचा धोका निर्माण होतो.



आ. ६६

६" × १२" मापाच्या नियंत्रक नळकांड्याच्या मालिकेच्या शक्तीचे नमुनेदार वारंवारता वितरण २८८–D–२६३९

बांधकामास वापरलेल्या कॉंक्रीटच्या नियंत्रणाच्या दर्जावरून त्या बांधकामाचे उपयुक्त आयुष्य बऱ्याच प्रमाणात निश्चित होते. ६"X१२" आकाराच्या मानक नळकांड्यांची २८ दिवसाची शक्ति सरासरीच्या वर अगर खाली असू शकते व हा फरक किती चांगल्या प्रमाणात कामावर नियंत्रण ठेवले आहे यावर अवलंबून असतो आणि तो आ. ६६ मध्ये दाखविलेल्या काहीशा सामान्य संभाव्य वक्राच्या स्वरूपात दिसतो. जेव्हा चांगल्या प्रकारे नियंत्रण ठेवलेले असते तेव्हा शक्तीची एकत्रित मूल्ये सरासरीच्या निकट येतात आणि वक्राचा उतार खडा होतो. जेव्हा नियंत्रण असमाधानकारक असते तेव्हा मूल्ये आडव्या दिशेने पसरतात आणि वक्र सपाट होते. केंद्राभोवतालच्या बिंदूच्या घूर्णन त्रिज्येला "मानक विचलन" म्हणतात. मानक विचलनाला सरासरी मूल्याने भागून आलेल्या भागाकारास "विचरण गुणांक" म्हणतात. विचरण गुणांक हे सांख्यिकीय साधन आहे व विचरणाचे प्रमाण दाखविण्याकरिता ते प्रस्थापित करण्यात आले आहे. जेव्हा उच्च प्रमाणात विचरण होते तेव्हा नियंत्रण असमाधानकारक असते व जेव्हा ते अल्पप्रमाणात असते तेव्हा नियंत्रण उत्तम असते असे दिसून येते.

ब्यूरोच्या अभिकल्पकांनी सामान्यतः स्वीकृत केलेल्या कसोटयाप्रमाणे नमुन्यांतील ८० टक्के नमुन्यांची शक्ति अभिकल्पित शक्तीपेक्षा जास्त असावी लागते. दहा अगर जास्त चांचण्यावर आधारित केलेल्या सरासरी शक्ति सारणी २१ मध्ये दिल्या आहेत. प्रकल्पात अनेक विचरण गुणांकाकरिता आणि द. चौ. इंचास २००० ते ६००० पौंडाच्यां सीमेतील शक्तीकरिता, ती अभिकल्पित शक्तीच्यापेक्षा ७५, ८० आणि ८५ टक्के चांचण्यात जास्त दिसून आली पाहिजे. ही गरज पुरी करण्याकरिता तेथे इतक्या (दहा अगर जास्त) चांचण्या केल्याच पाहिजेत. पुढील सूत्राने मूल्ये संगणित करण्यात आली : –

$$f_{cr} = \frac{f'_c}{1 - tv}$$

येथे

f_{cr} = दर चौ. इंचास लागणारी सरासरी शक्ति,

f'_c = दर चौ. इंचावरील अभिकल्पित शक्ति,

t = f'_c च्या खाली येणाऱ्या चांचण्यांच्या प्रमाणावर आणि v प्रस्थापित करण्याकरिता वापरलेल्या नमुन्यांच्या संख्येवर अवलंबून असलेला स्थिरांक, आणि

v = दशांशात अभिव्यक्त केलेला विचरण गुणांक.

ब्यूरोच्या कामावर लागणाऱ्या अगर सामान्यतः विनिर्देशित केलेल्या अभिकल्पित शक्तींच्यापेक्षा अधिक शक्ति ८० टक्के चांचण्यात रहावी म्हणून एखाद्या विशिष्ठ प्रकल्पावर लागणारी सरासरी शक्ति निश्चित करण्याचा एक साधा उपाय सारणी २१ मध्ये दिला आहे. v निश्चित करण्याकरिता किमान दहा नमुने वापरून आणि t ची खालील मूल्ये धरून वरील सूत्रावरून लागणाऱ्या शक्ती निश्चित केल्या आहेत –

७५ टक्क्याकरिता t = ०.७०३

८० टक्क्याकरिता t = ०.८८३

८५ टक्क्याकरिता t = १.१००

मध्यवर्ती मूल्ये अंतर्वेशनाने निश्चित करावी अगर त्यांचे परिकलन करावे. उदाहरणार्थ एका विशिष्ठ प्रकल्पावरील कॉंक्रीटचा विचरण गुणांक १५ टक्के असावा आणि निर्देशित अभिकल्पित शक्ति दर चौरस इंचास ३००० पौंड असावी असे जर गृहीत धरले तर ८० टक्के चांचण्यात दर चौरस इंचास ३००० पौंडापेक्षा जास्त शक्ति रहावी म्हणून सारणीवरून दर चौरस इंचास ३४०० पौंड शक्ति राहिली पाहिजे.

ब्यूरोच्या कामांवर जेव्हा १½" पेक्षा जास्त आकाराचा मिलावा वापरण्यात येतो तेव्हा + १½ इंच मिलावा टाकलेल्या कॉंक्रीटची ६" × १२" नळकांडी अवश्यमेव बनविली पाहिजेत. आतील भारी कॉंक्रीटची शक्ति निश्चित करण्यासाठी मानक नमुने घेण्याकरिता १८" × ३६" मोहोरबंद केलेली नळकांडी वापरण्यात येतात. ती धरणाच्या आतील बाजूच्या सरासरी अनुमानित तपमानचक्रांतून एक वर्षपर्यंत मुरवण केलेली असतात,

सारणी क्र. २१

अभिकल्पन गरजा पुऱ्या होण्याकरिता सतत राखणे अवश्य असलेली सरासरी शक्ति

अभिकल्पन शक्ति पौंड/चौ. इंच (f'_c)	अभिकल्पन शक्तीपेक्षा जास्त असलेल्या शक्तीची टक्केवारी	अभिकल्पन शक्ती (f'_{cr}) पेक्षा चांचण्यातील ७५, ८० अगर ८५ टक्के चांचण्यांची शक्ति असावी म्हणून लागणारी सरासरी शक्ति. विचरण गुणांक प्रतिशत्				
		५	१०	१५	२०	२५
२०००	७५	२०७०	२१५०	२२४०	२३३०	२४३०
	८०	२०९०	२१९०	२३००	२४३०	२५७०
	८५	२१२०	२२५०	२४००	२५६०	२७६०
२५००	७५	२५९०	२६९०	२७९०	२९१०	३०३०
	८०	२६२०	२७४०	२८८०	३०४०	३२१०
	८५	२६५०	२८१०	३०००	३२००	३४५०
३०००	७५	३११०	३२३०	३३५०	३४९०	३६४०
	८०	३१४०	३२९०	३४६०	३६४०	३८५०
	८५	३१८०	३३७०	३५९०	३८५०	४१४०
३५००	७५	३६३०	३७६०	३९१०	४०७०	४२५०
	८०	३६६०	३८४०	४०१०	४२५०	४४९०
	८५	३७००	३९३०	४१९०	४४९०	४८३०
४०००	७५	४१५०	४३०२	४४७०	४६५०	४८५०
	८०	४१९०	४३९०	४६१०	४८६०	५१४०
	८५	४२३०	४४९०	४७९०	५१३०	५५२०
४५००	७५	४६६०	४८४०	५०३०	५२४०	५४६०
	८०	४७१०	४९४०	५१९०	५४७०	५७८०
	८५	४७६०	५०५०	५३९०	५९७०	६२००
५०००	७५	५१८०	५३८०	५५९०	५८२०	६०७०
	८०	५२३०	५४८०	५७६०	६०७०	६४२०
	८५	५२९०	५६२०	५९९०	६४१०	६९००
५५००	७५	५७००	५९२०	६१५०	६४००	६६७०
	८०	५७५०	६०३०	६३४०	६६८०	७०६०
	८५	५८२०	६१८०	६५९०	७०५०	७५९०
६०००	७५	६२२०	६४५०	६७१०	६९८०	७२८०
	८०	६२८०	६५८०	६९२०	७२९०	७७००
	८५	६३५०	६७४०	७१९०	७६९०	८२८०

म्हणून नियंत्रण कार्याकरिता, एक वर्ष शक्तीच्या मोहोरबंद १८" X ३६" नळकांड्याशी २८ दिवसांच्या शक्तीची मानक ६" × १२" क्षेत्रीय नियंत्रण नळकांडी सहसंबंधित करणे अवश्य असते. प्रत्येक प्रकल्पाकरिता डेन्व्हर प्रयोगशाळात केलेल्या काँक्रीटच्या अन्वेषणाच्या काळात हा सहसंबंध साध्य करण्यात येतो. ह्या निरनिराळ्या नमुन्यामधील शक्तींचा सहसंबंध, वापरलेल्या द्रव्यांच्या भिन्न गुणधर्माप्रमाणे, विस्तृत प्रमाणात बदलणे शक्य असते. उदाहरणार्थ विशिष्ठ सिमेंटे वापरून केलेली ६" × १२" नळकांड्यांची २८ दिवसाची शक्ति एक वर्ष कालावधीच्या १८" × ३६" नळकांड्यांच्या शक्तीइतकी असल्याचे आढळून आले आहे. या उलट पोर्टलंड सिमेंट आणि पोझोलन विशिष्ठ प्रमाणात मिसळून तयार केलेल्या ६" × १२" नळकांड्यांची २८ दिवसाची शक्ति १८"X३६" नळकांड्यांच्या एक वर्षाच्या शक्तीच्या फक्त निम्मी असणे शक्य आहे.

मानक ६"X१२" नळकांड्यांच्या शक्तीवर परिणाम करणाऱ्या अनेक घटकांपैकी काहींचे नियंत्रण करणे शक्य असते पण काही परिणाम अशा घटकांमुळे घडतात की जे प्रकल्पावरील कामगारांच्या आवाक्याबाहेरचे असतात. टाळता न येणाऱ्या विचरण घटकांत, हवामान, मिलाव्यांच्या आणि सिमेंटच्या उत्पत्तीस्थानातील बदल, कच्च्या द्रव्यांतील आणि सिमेंट तयार करण्यातील बदल, निरनिराळ्या बांधकामांत वापरलेल्या मिलाव्याच्या कमाल आकारातील फरक आणि निरनिराळ्या उद्भासन अवस्था आणि काँक्रीटच्या प्रकाराकरिता वापरलेल्या जल-सिमेंट गुणोत्तरातील बदल यांचा समावेश असतो.

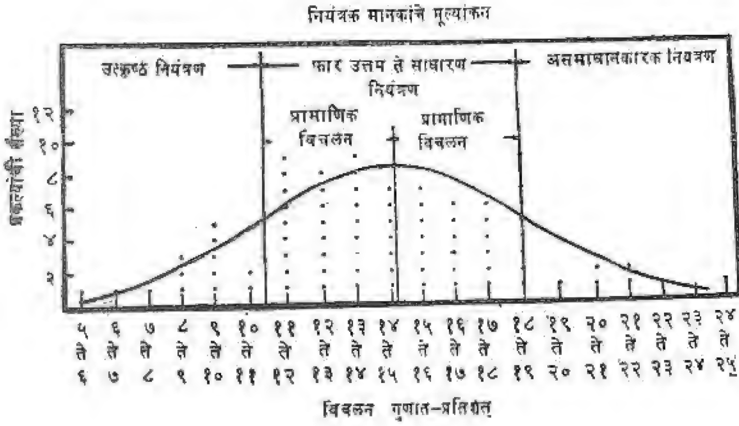
जर काँक्रीटच्या बाहेरच्या बाजूपासून आंतल्या बाजूपर्यंत होणाऱ्या जल-सिमेंट गुणोत्तरातील फरकांच्यासारखे मोठ्या प्रमाणात विचरण होणारे काँक्रीटमधील विचरण घटक नाहीत असतील तर काँक्रीटच्या अशा प्रत्येक प्रकारच्या आधार - सामुग्रीचा अहवाल स्वतंत्रपणे पाठवावा. काँक्रीटच्या विचरणास मदत करणाऱ्या नियंत्रण करता येणाऱ्या घटकात काँक्रीटच्या दत्त प्रकारातील जल-सिमेंट गुणोत्तरातील वायु-अंशातील फरक, मिलाव्यातील आर्द्रतांशावरील असमाधानकारक नियंत्रण, मिश्रणातील प्रमाणांच्यावरील नमुने घेण्याच्या आणि चाचण्यांच्या क्रियापद्धती, ज्या ब्यूरोच्या मानकांशी जुळत नाहीत त्यांच्यावरील असमाधानकारक नियंत्रण आणि चाचणी नळकांड्यांची अर्धवट हाताळणी यांचा समावेश होतो. कामावर अयोग्यपणे हाताळण्यात आलेली काँक्रीटची नळकांडी बांधकामातील काँक्रीटचे प्रतिनिधित्व करत नाहीत म्हणून ६"X१२" नळकांडी तयार करताना आणि हाताळताना एकसारखे मान राखले जाण्याकरिता विशेष काळजी घेण्यात यावी म्हणजे काँक्रीटमध्ये प्रत्यक्ष अस्तित्वात असणाऱ्या शक्तीतील विचरणापेक्षा ही नळकांडी जास्त विचरण दाखविणार नाहीत.

विभाग ९१ मध्ये दिलेल्या तरतुदीप्रमाणे जेव्हा काँक्रीटची नळकांडी तयार करण्यात येतात तेव्हा ती एका दिलेल्या कालावधीतील काँक्रीटचे प्रतिनिधित्व करतात आणि ती थोड्या प्रमाणात काँक्रीट लागणाऱ्या लहान कामावरील काँक्रीटच्या विशिष्ठ राशीचे प्रतिनिधित्व दाखवित नाहीत. कधी कधी काँक्रीटच्या थोडक्याच नियंत्रक नळकांड्या

करण्यात येतात. दत्त प्रकल्पाकरिता, काँक्रीटची राशि कितीही असली तरी ६"×१२" चांचणी नळकांडी किमान दहा केली नाहीत तर शक्तीच्या आधार-सामुग्रीच्या सांख्यिकीय विश्लेषणाची खात्री देता येत नाही. जेव्हा प्रकल्पावर अगर कार्यवाहीत काँक्रीटच्या चांचण्याकरिता सुविधा व कामगारांची तरतूद केलेली असते तेव्हा योग्यप्रकारे काँक्रीटचे नियंत्रण करण्याकरिता पुरेशा आधार-सामुग्रीचा पुरवठा होण्यासाठी ह्या सुविधा व कामगारांचा परिणामकारक उपयोग करावा.

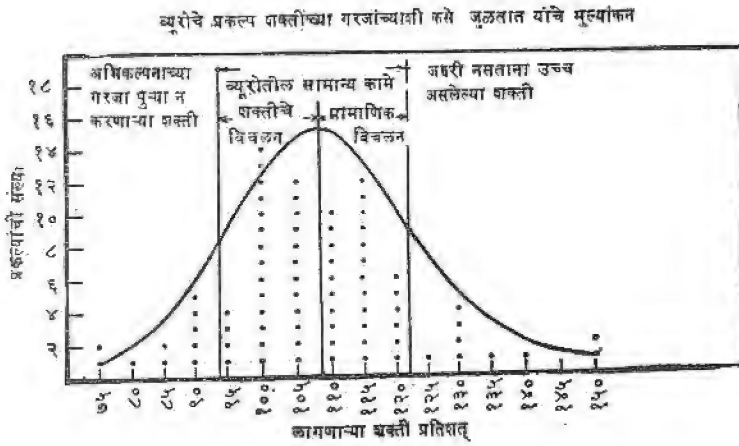
संपूर्ण ब्यूरो (च्या कामा) मध्ये काँक्रीट नियंत्रणाचे एक सारखे मान रहावे म्हणून पूर्वी एक वार्षिक संक्षिप्त अहवाल तयार करण्यात येत असे. या अहवालात कोणच्याही एका पंचांग वर्षातील ब्यूरो ऑफ रेक्लमेशनच्या प्रकल्पातील काँक्रीट मिश्रणाच्या संकलन आणि विश्लेषणाच्या आधार-सामुग्रीचा समावेश केलेला असे. ह्या संक्षिप्त अहवालावरून ब्यूरोच्या सर्व प्रकल्पातील काँक्रीटच्या दर्जाची सर्वांगीण तुलनात्मक माहिती प्राप्त होऊ शके. सन १९५२ च्या बांधकामाच्या मोसमातील प्रत्येक प्रकल्पातील काँक्रीटच्या शक्तीच्या नियंत्रणाचे तौलनिक मान आ. ६७ वरून दिसून येते. प्रत्येक बिंदू त्या काळा-तील चालू असलेले ब्यूरोचे एक काम दाखवितो. अपेक्षेप्रमाणे हे बिंदू संभाव्य वक्राच्या सामान्य साच्यात बसतात – बहुतेक बिंदूंची स्थाने सरासरीच्या जवळ आहेत. त्यातील काही अत्युच्च नियंत्रण क्षेत्रात पडले आहेत व काही थोडे असमाधानकारक क्षेत्रात दुसऱ्या बाजूवर पडले आहेत. ज्या प्रकल्पातील काँक्रीटच्या शक्तीत अतिरिक्त विचरण घडले आहे व जे नियंत्रण असमाधानकारक आहे असे दाखवितात त्यांच्या बाबतीत अभिकल्पित शक्तीपेक्षा ८० टक्के चांचण्यात जास्त शक्ती असली पाहिजे. ही प्रस्थापित कसोटी पुरी होण्याकरिता त्या (प्रकल्पा) मध्ये कधीकधी सामान्य प्रकल्पा (तील शक्ती) पेक्षा दर चौरस इंचास ४०० ते ५०० पौंड जास्त शक्ति असावी लागते. या कारणाकरिता असमाधानकारक नियंत्रणाच्या वर्गातील असे अनेक प्रकल्प अभिकल्पित शक्तीच्या गरजा पुऱ्या न करणाऱ्या गटात आ. ६८ मध्येही नोंदले आहेत.

सन १९५२ मध्ये प्रत्येक प्रकल्पात निर्माण झालेल्या काँक्रीटच्या अभिकल्पन शक्तीची टक्केवारी आ. ६८ मध्ये दाखविली आहे. बऱ्याच मोठ्या प्रमाणातील प्रकल्पात जरुरी-पेक्षा जास्त शक्ती प्राप्त झाल्या आणि त्या वर्षात टाकलेल्या ब्यूरोच्या काँक्रीटची सरासरी शक्ति आवश्यक शक्तीच्या ११० प्रतिशत् होती. काही थोड्या प्रकल्पातील काँक्रीट मध्ये आवश्यकतेपेक्षा जास्त उच्च शक्ति निर्माण झाली होती आणि जर टिकाऊपणा अगर अन्य कारणाकरिता सिमेंटचा अंश लागणार नसता तर सामान्यतः तो कमी करून काटकसर करता आली असती. शक्ति अति कमी असण्यापेक्षा अतिरिक्त असणे जास्त श्रेयस्कर असते. काँक्रीटच्या नियंत्रणात आढळून येणाऱ्या समस्यांपैकी कमी शक्ति ही सर्वात गंभीर समस्या असते कारण अभिकल्पित शक्ति प्राप्त करण्यात जर अपयश आले तर संरचनातील काँक्रीटच्या सुरक्षा गुणांकांत घट होते. पुरेशा शक्तीचे एकसम काँक्रीट जर तयार केले नाही तर सुरक्षा गुणांक वाढविण्याकरता अभिकल्पित प्रतिबल कमी करणे अवश्य असते. रिक्लमेशन प्रकल्पांच्या संरचना खर्चात ह्या पद्धतीमुळे सर्वसाधारण वाढ होते.



आ. ६७

सन १९५२ मधील ब्यूरोच्या प्रकल्पातील कॉंक्रीटमधील शक्तींच्या विचलन गुणांकांचे वारंवारता-वितरण. २८८–D–१५३८



आ. ६८

सन १९५२ मधील ब्यूरोच्या प्रकल्पातील अभिकल्पनात लागणाऱ्या कॉंक्रीटच्या शक्ती पासून होणाऱ्या कॉंक्रीटच्या शक्तींच्या विचलनाचे वारंवारता वितरण. २८८–D–१५३९.

प्रकरण ५ वे

कॉंक्रीट तयार करणे

अ–द्रव्ये

६४ – मिलाव्याची निर्मिती आणि नियंत्रण – कॉंक्रीटच्या मिलाव्याच्या निर्मितीचे आणि ती हाताळण्यावरचे नियंत्रण ही बरीचशी जागेवर आढळणारी समस्या असते. पुरवठ्याच्या उत्पत्तिस्थानातील एकसारखेपणाचा अभाव आणि अंतिम पदार्थात एकसारखेपणा राखण्यात येणाऱ्या अडचणीमुळे अशी समस्या येते की निरीक्षकाला तिच्याकडे सतत लक्ष ठेवावे लागते. हानिकारक द्रव्यें नेहमीच्या धुण्याने अगर खास प्रक्रिया करुन काढून टाकली पाहिजेत. अनेक भाग फुकट घालवून अगर उणीवा भरुन काढून असंतोषजनक प्रतवारीत सुधारणा केली पाहिजे; विलगन आणि फूटतूट कमीत कमी झाली पाहिजे; आणि मिलाव्यातील आर्द्रतांश शक्य तितका एकसमान राखला पाहिजे. कामाचा आकार आणि महत्व यावर काही प्रमाणात मिलाव्याच्या निर्मितीवरील नियंत्रणाचे मान अवलंबून असते, आणि दर्जा आणि प्रतवारीच्या संबंधात कच्च्या द्रव्यातील एकसारखेपणावर उपकरणातील समायोजनांची जरुर ती वारंवारता अवलंबून असते (१८ वा विभाग पहा.)

मिलाव्याच्या प्रक्रियासंयंत्राचे प्रमुख कार्य, स्वच्छ आणि योग्य आकाराची द्रव्यें निर्माण करणे हे असते. मिलाव्याच्या प्रक्रियेचे संयंत्र आणि मिलावा हाताळण्याची उपकरणे बसविण्यापूर्वी, मोठ्या प्रमाणात भारी कॉंक्रीट लागणाऱ्या ब्यूरोच्या प्रकल्पावरील मक्तेदारांना मुख्य अभियंत्याच्या पाहणीकरता पुरेशा प्रमाणात पुनर्विलोकन करणेस सोपे जाईल अशी संयंत्राची सामान्य योजना दाखविणारे नकाशे आणि वापरण्यात येणाऱ्या साधनांचे पुरेसे तपशीलवार वर्णनात्मक अहवाल सादर करावे लागतात. प्रकल्पाच्या कार्यालयीन टिप्पणी आणि शिफारसीसह ही माहिती लवकर सादर करण्याने मुख्य अभियंत्याची मान्यता शीघ्र मिळविणे शक्य होते. तसेच मक्तेदाराकडून निरुपयोगी उपकरणे खरेदी करण्यास अगर बसविण्यास प्रतिबंध करता येतो अथवा अनिष्ट कार्यपद्धती वापरण्याच्या मक्तेदाराच्या योजनांची पेशबंदी करता येते.

६५ – वाळू तयार करणे – खणतीतून मिळणाऱ्या जशाच्या तशा वाळूची प्रतवारी विनिर्देशनांशी जुळणारी नसते आणि तिच्यावर कोणची तरी प्रक्रिया करावी लागते. सुयोग्य संमिश्रक वाळू मिसळून, अतिरिक्त मोठ्या आकाराच्या वाळूतील काही भाग फोडून, अतिरिक्त प्रमाणात असलेल्या मोठ्या आकाराचे काही अंश काढून टाकून, अगर या पद्धती एकत्रित करुन प्रतवारीतील दोष सुधारता येतात. ब्यूरोच्या विनिर्देशनाप्रमाणे

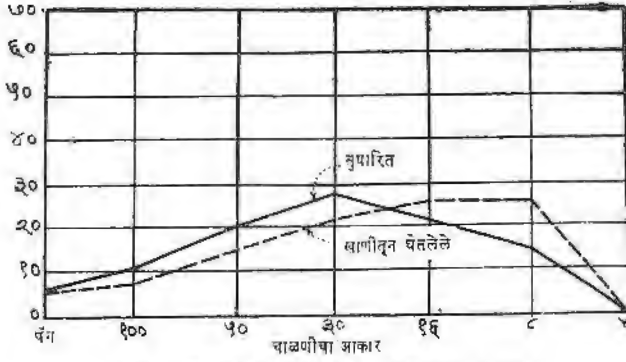
सामान्यत: फक्त नैसर्गिक वाळू वापरावी लागते. याला अपवाद, मिलाव्यातील अतिरिक्त अन्य आकारांच्या द्रव्यामधून फोडून काढलेल्या द्रव्याच्या वाळूची प्रतवारीस जोड देण्याकरता मुख्य अभियंत्याकडून परवानगी मिळविणे, हा आहे. वाळूच्या प्रक्रियेच्या ह्या तीन्ही पद्धतीचे नमुनेदार निष्कर्ष आ. ६९ मध्ये दाखविले आहेत.

खडक अगर कंकर फोडून अगर दळून तयार केलेल्या वाळूच्या वापराचा परिणाम मिश्रण रुक्ष होण्यात होतो आणि अशा वाळूचा वापर योग्य किंमतीत उपयुक्त नैसर्गिक वाळू मिळविणे अव्यवहार्य असेल तेथेच करावा. फोडलेल्या वाळूचा कोनदार आकार असणे हाच फक्त अंतर्निहित तोटा असल्याने जे द्रव्य फोडावयाचे त्यातून शक्य तितक्या उत्तम आकाराचे कण निर्माण करता येतील असेच फोडण्याचे उपकरण वापरणे महत्वाचे असते. रूळामधून चिरडून निर्माण केलेली वाळू साधारणपणे संतोषजनक नसते कारण त्यात पातळ आणि लांबट कण उच्च प्रमाणात असतात. या संदर्भात दंड चक्कीतून तयार झालेली वाळू बरीच चांगली असते. जर चुनादगडाप्रमाणे द्रव्य अतिरुक्ष नसेल तर घणचक्की म्हणून सामान्यपणे ओळखल्या जाणाऱ्या संघट्टन प्रकाराच्या यंत्रातून ही वाळू निर्माण करता येते व त्यात जवळजवळ घनाकृती कण प्रकर्षाने निर्माण होतात.

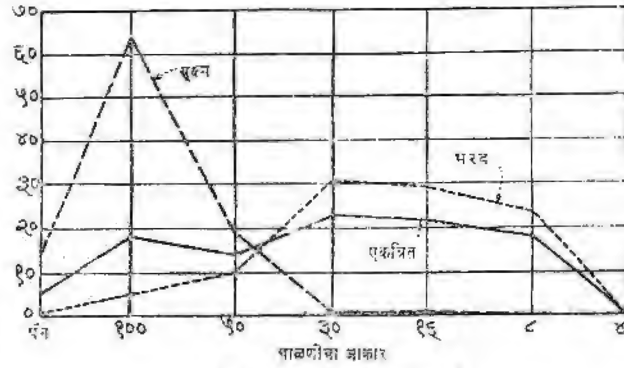
फोडलेल्या वाळूतील मोठ्या आकाराच्या अतिरिक्त राशी काढून टाकण्याकरिता सामान्यपणे ८ अगर १० नंबरच्या चाळण्यावर ती चाळण्यात येते. १०० अगर २०० नंबरच्या चाळणीमधून जाणारे अतिरिक्त द्रव्य काढून टाकण्याकरता अशी वाळू सामान्यत: धुवावी लागते. अनेक वेळा तीत ५० ते १०० नंबरचे आकार कमी पडतात व त्याकरिता योग्य प्रकारे दळून अगर नैसर्गिक सूक्ष्म वाळू मिसळून ही उणीव दूर केली पाहिजे.

संमिश्रक वाळूची गटवारी स्वतंत्रपणे करावी अथवा समायोजी पोषकांतून प्रक्रिया संयंत्रामध्ये तिचा पुरवठा करावा. मिलाव्याच्या उत्पत्तिस्थानावर सुद्धा ती पसरावी आणि नैसर्गिक पुरवठ्याबरोबर तिच्यावर प्रक्रिया करावी. साठ्यातील ढिगात वाहक पट्टे, क्लॅम शेल बारड्या अगर बुलडोझरने संमिश्रणाचे प्रयत्न करण्यापेक्षा संमिश्रक वाळूचे स्वतंत्र गट-नियंत्रण करणे जास्त पसंत करावे. या पहिल्या पद्धती क्वचितच एकसमान अगर विश्वसनीय असतात.

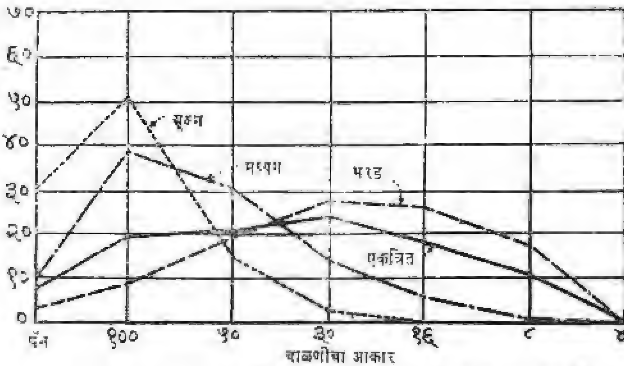
मार्शल फोर्ड धरणावरील वाळूतील सूक्ष्म कणाची उणीव दंड चक्कीत वाळूचा काही भाग बारीक करुन दूर करण्यात आली. ही दंड चक्की पंजाच्या दोन वर्गकापैकी एकाबरोबर बंद परिपथात चालविली होती. शास्ताधरणावर, वाळूतील नरम कणांचे गोळ्याच्या चक्की मध्ये विच्छेदन करण्यात आले आणि परिणामी सूक्ष्मकण वर्गकांच्या सहाय्याने काढून टाकण्यात आले. हे सूक्ष्मकण काढून टाकल्यामुळे उत्पन्न झालेली उणीव दूर करण्याकरिता दंड चक्कीत लहान कंकर दळण्यात आला.



(अ) खाणीतून घेऊन धोळून पुन: एकत्रित केलेले (द्रव्य)



(ब) सूक्ष्म संनिश्रक वाळू मिसळली.



(क) तीन विभागात वर्गीकरण केले आणि यथायोग्य राशींचे पुनर्मिश्रण केले.

आ. ६९

वाळूच्या प्रतवारीतील दोष सुधारण्याच्या तीन पद्धती 288–D–1540

थाकीमा प्रकल्पातील रोझा विभागामधील भरड वाळूचा सूक्ष्मता गुणांक क्र. ४ व ८ मधले २० ते २५ टक्के प्रभाजक काढून टाकून कमी करण्यात आला. वाळूच्या भागातील अतिरिक्त अंश काढून टाकणे ही प्रक्रीयेची सर्वात जास्त सामान्य पद्धत असल्याने या करिता वापरण्यात येणारी उपकरणे आणि पद्धतीची जरा तपशीलवार चर्चा करण्यात येईल.

मोठाल्या प्रकल्पावर वाळूच्या प्रतवारीत मोठ्या वर्गकांच्या संचांची रांकेत अगर रांकेशी समांतर अशा रचनापैकी जी गरजेप्रमाणे जास्त उपयुक्त असेल ती रचना करुन सुधारणा करण्यात येते. असे संच सर्पिल, पंजा बाऊल, अथवा द्रवचलित वर्गकांचे असू शकतील अगर हे प्रकार संमिलित केलेले असतील. हूवर धरणावर दोन पंजाचे वर्गक आणि एक बाऊल वर्गक, तयार वाळूची निर्मिती करण्याकरिता वापरण्यात आले. ग्रँडकूली धरणा-वरील तीन वर्गकापैकी प्रत्येक वर्गक निरनिराळे आकारक्षेत्र अलग करी आणि अशा रीतीने प्राप्त केलेल्या सूक्ष्म, मध्यम आणि भरड वाळू आ. ६९ च्या तळाशी असलेल्या आरेखात दाखविल्याप्रमाणे खणतीतील फार अनियमित प्रतवारी असलेल्या द्रव्यातून एकसमान द्रव्यनिर्माण करण्याकरिता पुन्हा एकत्रित करण्यात आल्या.

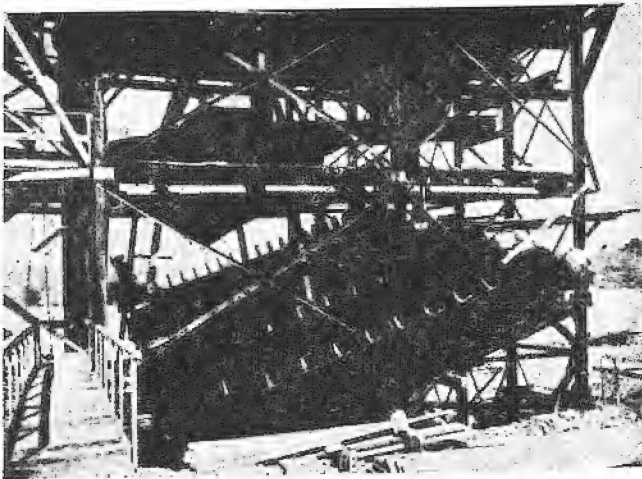
लहान लहान कामावर उपयुक्त असणारे अनेक प्रकारचे वर्गक (उपलब्ध) आहेत. नंतरच्या परिच्छेदात वर्णन केलेल्या उपकरणात, आर्द्र वर्गीकरण आणि धावनाकरिता मध्यम किंमतीच्या व्यापारी यंत्राचा आणि आर्द्र वर्गीकरण आणि शुष्क वर्गीकरण करण्या-करिता योजलेल्या उपायांचा, समावेश केला आहे.

जेव्हा प्रक्रिया केलेल्या वाळूचे निरनिराळ्या आकारांच्या प्रभाजकात विभाजन करण्यात येते तेव्हा प्रमाण नियंत्रण करण्यापूर्वी ती परिपूर्णपणे मिसळणे महत्वाचे असते. सामान्यपणे वाळूच्या साठ्यांचे ढीग करताना आणि ती हाताळताना हे मिश्रणाचे काम पुरे करण्यात येते. जेव्हा अंतिम पदार्थाच्या साठ्यांचे ढीग करण्यात येतात, तेव्हा वाळूच्या विश्राम कोनापेक्षा या ढिगांच्या बाजूचे उतार त्यांच्या तळाशी भरड द्रव्य साचू नये म्हणून सपाट करावेत. (दर फुटास सात इंच उतार संतोषजनक असतो.) जर शुष्कन पद्धतीने तयार केलेली वाळू जरुर तितक्याच पाण्याचा फवारा मारुन ओलसर केली तर ती हाताळली जात असताना होणारे आक्षेपार्ह विलगन रोखण्यास भरीव मदत होते.

६६ वाळू तयार करण्याची आर्द्र क्रिया-पद्धती – निक्षेपातील वाळू सामान्यपणे दमट असते आणि पुष्कळ वेळा धुवावी लागते. त्यामुळे तिचा दर्जा आणि प्रतवारी सुधारण्याचे साधन म्हणून आर्द्र क्रिया-पद्धती शुष्क पद्धतीपेक्षा जास्त प्रमाणात प्रचलित आहे.

धुण्याच्या आणि वर्गीकरणाच्या उपकरणातून वाहणाऱ्या पाण्याचा दर्जा आणि वेग, अतिशय विक्षुब्धता आणि मौलिक सूक्ष्म कणांची हानि टाळण्याकरिता, त्या यंत्रणेच्या क्षमतेशी योग्यप्रकारे संतुलित राखणे महत्वाचे असते.

(अ) सर्पिल वर्गकार – आ. ७० मध्ये दिग्दर्शित केलेल्या बाजारी प्रकाराचा वर्गक, "सर्पिल" असे सामान्यपणे संबोधित करण्यात येणाऱ्या फिरत्या कुंडली असलेल्या उतरत्या डोणीचा अगर टाकीचा बनविलेला असतो. हे यंत्र एकेरी सर्पिल अगर दुहेरी सर्पिल प्रकाराचे बनविलेले असते आणि लहान व मोठ्या अशा दोन्ही कामावरील गरजा पूर्ण करण्याकरिता ते निरनिराळ्या आकाराचे बनविलेले असते. फियांट धरणावर वापरलेल्या मिलाव्याच्या प्रक्रियेच्या बुरुजातील वर्गकांचे स्थान आ. ७१ मध्ये दाखविले आहे. जलीय वियोजकातील वाळू चार वर्गकापैकी दोन वर्गकाना पुरविण्यात येते आणि तेथील परिवाहातून सूक्ष्म वाळू वाहून जाते आणि सर्पिलातून धुतलेल्या व निर्जलित भरड वाळूचा निस्राव होतो. सूक्ष्म परिवाही कण वर्गकाच्या दुसऱ्या जोडीने गढूळ परिवाहात विलग केले जातात व ते फुकट जातात, आणि अंदाजी २.७५ सूक्ष्मता गुणांक मिळण्याकरिता प्राथमिक वर्गकातील भरड वाळूत स्वच्छ सूक्ष्म वाळूचे संमिश्रण केले जाते.

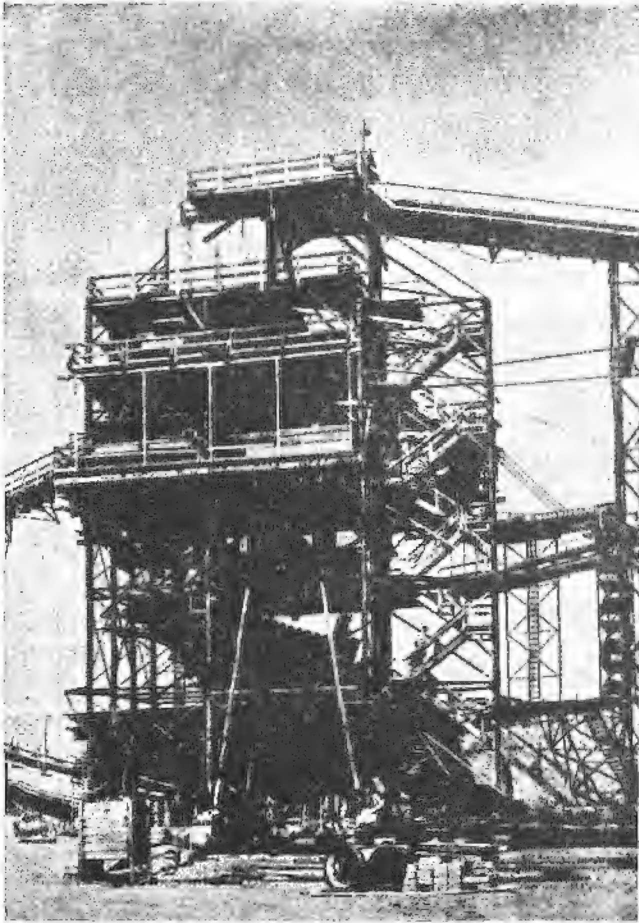


आ. ७०

वाळू धुण्याचे व निर्जल करण्याचे सर्पिल वर्गक P x – D – 32058

सर्पिल वर्गकाचे खालीलप्रमाणे काम चालते. जेव्हा टाकीत पाणी आणि वाळू घालण्यात येते तेव्हा भरड कण खाली बसतात व ते सर्पिलामुळे त्याच्या वरच्या टोकाशी काही थोड्या पाण्याबरोबर बाहेर काढून टाकले जातता. (सर्पिलाच्या) खालच्या टोकाजवळ एक समायोजी बांध असतो. त्यावरुन सूक्ष्म आणि हलकी द्रव्ये पाण्याच्या बऱ्याचशा भागाबरोबर वाहून जातात. टाकीच्या एका अगर अनेक बाजूमधून पाण्याच्या पातळीवर अगर

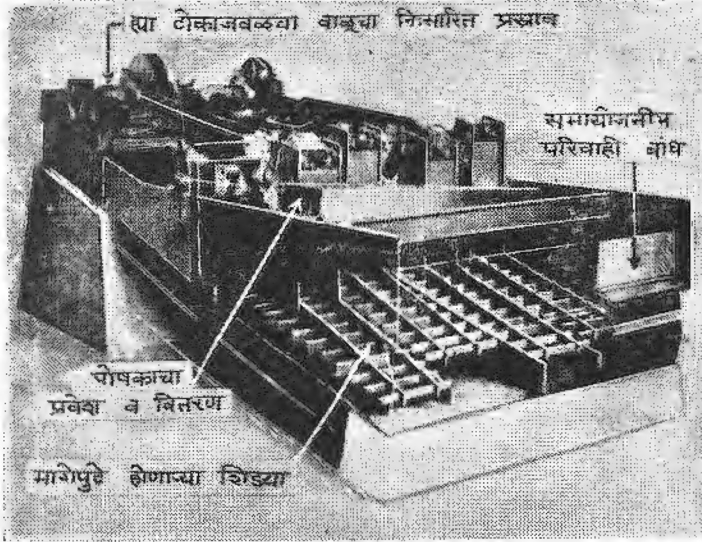
तिच्या जवळपास आणि बांधापासून कांही अंतरावर पुरवठा करण्यात येतो. वांछित प्रमाणात खाली बसलेली वाळू काढून टाकण्यास लागणाऱ्या जरुर तितक्याच वेगाने सर्पिल फिरत असतो आणि डोणीच्या तळाशी आणि एका बाजूने वाळूचे संचलन करतो, आणि



आ. ७१

मिलावे चाळण्याकरिता आणि धुण्याकरिता वापरण्यात येणारी योग्य अभिकल्पन केलेली यंत्ररचना P × –D–32059

पाण्याच्या पातळीच्यावर आर्द्रता आणि अवपंक वाहून जाण्याकरिता दूसरी बाजू मोकळी ठेविण्यात येते.



आ. ७२

चौहेरी पंजाचे वर्गक P × – D – 32060

पाहिजे असलेल्या विलगनाकरिता बिनचुक कार्यवाही, (१) वाळूच्या पुरवठ्याच्या प्रमाणात फरक करुन (२) पाण्याच्या साठ्याच्या खोलीत बदल करुन (३) टाकीच्या उतारात बदल करुन (४) सर्पिलाच्या परिभ्रमणाच्या वेगात फेरफार करुन (५) पाण्याच्या फवाऱ्याची संख्या, आकार, आणि योजनात व फवाऱ्याच्या दाबात फरक करुन आणि (६) परिवाहाच्या रुंदीत आणि खोलींत बदल करुन, करण्यात येते. जलसंचयाच्या पातळीच्यावर उतारावरुन पाणी सोडल्याने धुण्यास व सूक्ष्म कण काढून टाकण्यास फार मदत होते. एका रांकेत दोन अगर अधिक यंत्रांमधून नको असलेले भाग काढून टाकून, हव्या असलेल्या कोणच्याही प्रतवारीची धुतलेली तयार वाळू निर्माण करता येते.

(आ) पश्चाग्र पंजाचा वर्गकार

पश्चाग्र पंजाचा वर्गक, जो वाळूच्या वर्गीकरणाकरिता आणि धुण्याकरिता सुद्धा वापरण्यात येतो, त्याचे आणि सर्पिल यंत्राचे मूलभूत तत्व एकसारखे असते पण यांत्रिकी दृष्टीने ते अगदी भिन्न असतात. ७२ व्या आकृतीत चौहेरी पंजाच्या वर्गकाचे चित्र दिले आहे.

हा पंजाचा वर्गक अनेक आकारात बनविला जातो, आणि त्यात आडवी पश्चाग्र पाती असलेली एक उतरती टाकी असते. या टाकीच्या खालच्या टोकाशी अवसादन कुंड असते व त्या कुंडात वाळू आणि पाणी सोडण्यात येते. पाती वरच्या दिशेने सरकत असताना अवसादी वाळू कुंडाच्या बाहेर आणि कलत्या टाकीत वरच्या बाजूने प्रसावी तोंडाकडे खेचतात आणि असे करताना वाळू धुतली जाते आणि तिच्यातील अतिरिक्त पाण्याचा निचरा होतो. पाती परत (खाली) येत असताना पश्चाग्र चक्र पूर्ण होते व त्यावेळी पाती उन्नत स्थितीत असल्यामुळे वाळूचा थर मोकळा होतो. तरंगत असलेले सूक्ष्म द्रव्य कुंडाच्या टोकाशी असलेल्या समायोजी बांधाच्या माथ्यावरुन वाहून जाते. पंजाच्या वर्गकाचे परिचालन नियंत्रण सर्पिल प्रकाराच्या सारखेच असते.

(इ) द्रवचलित वर्गकार

कच्ची धातू साफ करण्याच्या कामी तुलनेने लहान निकट आकाराच्या द्रव्यांचे विस्तृत प्रमाणात भिन्न विशिष्ठ गुरुत्व असलेल्या प्रभाजकात विलगन करण्याकरिता अशा तऱ्हेच्या वर्गकाचा अनेक वर्षे उपयोग करण्यात येत आहे. तसेच हा द्रवचलित वर्गक विशिष्ठ गुरुत्व बरेचसे एकसमान असलेल्या कणाच्या द्रव्याचेही आकारगटात विलगन करु शकतो. या दुसऱ्या कार्यास कॉंक्रीटमधील वाळूच्या प्रतवारीची सुधारणा करण्याचे एक व्यावहारिक आणि काटकसरीचे साधन म्हणून जास्त प्रमाणात सर्वांगीण मान्यता मिळत आहे.

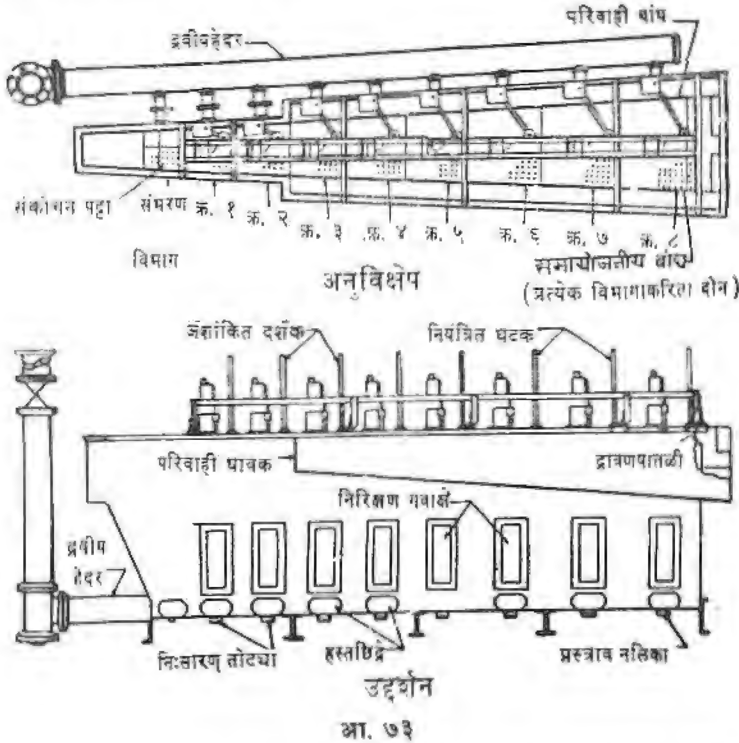
योग्य प्रमाणात एकसारखे विशिष्ठ गुरुत्व असलेल्या कणांच्या आकार-वियोजनाला लागू करण्यात येत असलेले द्रवीय वर्गीकरण ही एक अनिवार्य अशी प्रक्रीया आहे. या प्रक्रियेत उपचार करण्यात येणारे द्रव्य उदग्र दिशेने वर येत असणाऱ्या पाण्याच्या प्रवाहात सोडण्यात येते. या प्रवाहाचा वेग असा असतो की लहान कण उचलले जातात आणि वर्गकाच्या माथ्यावरील परिवाहातून त्यांचा निचरा होतो आणि मोठे कण खाली बसतात आणि तळात असलेल्या तोटीतून काढून घेतले जातात. या कार्यात अंतर्भूत असलेले तत्व " अडथळ्याचे अवसादन " म्हणून ज्ञात आहे.

स्वयंनियंत्रित आणि एक अगर अनेक कप्पे असलेले कार्यक्षम द्रवीय वर्गक अनेक कारखानदारांकडून विकण्यात येतात. अशा प्रकारच्या उपकरणाची किंमत बेताची असते आणि लागणाऱ्या पृष्ठीय जागेच्या मानाने त्याची क्षमता मोठी असते.

(ई) द्रवचलित पांजणीकार

वाळूच्या आर्द्र प्रक्रियेकरिता वापरण्यात येणारे तुलनेने नवीन उपकरण, जे अडथळ्याच्या अवसादन तत्वावरसुद्धा कार्य करु शकते, त्याला द्रवचलित पांजणीकार असे म्हणतात.

(आ. ७३ पहा.) पांजणीकार ही आवश्यकतया एक समलंबाकार टाकी असते व तिचे अनेक भागात अगर कप्प्यात विभाजन केलेले असते.



आ. ७३

मौंटाना येथील हंग्री हॉर्स धरणावर बऱ्याच यशस्वीपणे वापरलेल्या द्रवचलित पांजणीकाराचा प्रकार 288–D–1541

प्रत्येक भागाच्या तळातील भोके पाडलेल्या संकुचन पट्टामधून दाबनळीतून पाणी आत जाते. पांजणीकाराच्या अरुंद टोकात क्र. – उणे४ चे द्रव्य घालण्यात येते आणि जसजसे ते पाण्याने बाधकांच्यावरून एका भागांतून दुसऱ्या भागात वहात जाते तसतसे उत्तरोत्तर सूक्ष्म आणि सूक्ष्मतर शेष वाळूचे भरड प्रभाजक तळाशी बसतात आणि निःस्त्रावी नळीतून बाहेर काढले जातात. पहिल्या भागात सगळ्यात जास्त भरड प्रभाजक खाली बसतात आणि सूक्ष्मतम प्रभाजक शेवटच्या भागात खाली बसतात. प्रत्येक भागात अवस्थापन होणाऱ्या द्रव्याचा आकार संकुचन पट्टामधून शिरणाऱ्या पाण्याच्या वेगाने नियंत्रित केला जातो. गाळमाती आणि हानिकारक द्रव्ये परीवाही टाकीने काढून टाकण्यात येतात.

प्रत्येकात आठ कप्पे असलेले दोन द्रवचलित पांजणीकार हंग्रीहॉर्स धरणावर वापरले होते. ह्या पांजणीकारांमधून एकूण वाळूपैकी २५ टक्के वाळू सोडण्यात आली होती. परिणामी प्रभाजकांच्या भागांचे खाणीतील वाळूबरोबर विनिर्देशाचे पालन करण्याकरिता जितके जरूर असेल तितके, मिश्रण करण्यात आले. हंग्रीहॉर्स धरणावरील पांजणीकाराच्या आठांपैकी प्रत्येक कप्प्यातून प्राप्त केलेल्या वाळूच्या प्रतवारीचे नमुने खालील कोष्टकात दिले आहेत.

चाळणीचा आकार	पांजणीकाराच्या कप्प्याचा क्रमांक							
	१	२	३	४	५	६	७	८
क्र. ४	२	०	०	०	०	०	०	०
क्र. ८	४०	७	०	०	०	०	०	०
क्र. १६	२५	३२	१	०	०	०	०	०
क्र. ३०	२१	३१	१२	०	०	०	०	०
क्र. ५०	११	२९	८४	५६	४	१	०	०
क्र. १००	१	१	३	४४	८७	६८	५०	१२
क्र. २००	०	०	०	०	९	३०	४९	८३
पॅन	०	०	०	०	०	१	१	५
सु. गु.	३.९८	३.१५	२.११	१.५६	०.९५	०.७०	०.५०	०.१२

(उ) आर्द्र प्रक्रिया चाळण्या

आ. ७४ मध्ये दाखविलेली चाळण्यांची योजना मध्यम आकाराचे (क्र. ५० ते क्र. १६) अतिरिक्त द्रव्य काढून टाकण्याकरिता विकसित करण्यात आली. अशा तऱ्हेची उपकरणे नंतर बसवून अनेक कामावर त्यांचे उत्कृष्ट परिणाम प्राप्त झाले. चित्रात दाखविलेल्या उपकरणाच्या कार्यवाहींत क्र. १२ च्या वातायन चाळणीवर वाळू आणि पाणी सोडण्यात आले. ही वातायन चाळणी स्थूलपणे वाळूतील भरड कण वेगळे करते. खालच्या बाजूच्या टाक्यांच्या प्रवणिकामधून भरड द्रव्य जाते आणि ते तयार मालाचा एक भाग बनते. चाळणींच्या खालच्या बांधकामुळे कमी आकाराचे कण टाक्यांच्या वरच्या बाजूकडे वळविले जातात आणि पाण्याच्या प्रवाहाचेही नियंत्रण होते व चाळणींचा पृष्टभाग (पाण्याखाली) बुडून रहातो. (या बुडण्यामुळे चाळणीवर द्रव्याच्या संचलनास सुविधा मिळते आणि अधिक प्रभावी वियोजन प्राप्त होते.) क्र. १२ चाळणीवरून जाणारे द्रव्य टाक्यांच्या वरच्या बाजूने १६ नंबरच्या वातायन चाळणीवर सोडले जाते, व त्यामुळे मध्यवर्ती आकाराचे

आ. ७४

वाळूतील अतिरिक्त भाग काढून टाकण्याचे एक साधे आर्द्र चाळण यंत्र 288-D-140

आणि सूक्ष्म द्रव्याचे वियोजन होते. ह्या चाळणीवरील कमी आकाराचे द्रव्य खालच्या टाक्यात जाते आणि तेथे ते पहिल्या चाळणीवर राहिलेल्या भरड द्रव्यात मिळते. १६ व्या नंबराच्या चाळणीवर राहिलेल्या मध्यवर्ती आकाराच्या द्रव्याचे समायोजी काटपात्याने विभाजन केले जाते व त्यामुळे नको असलेले भाग कचऱ्यात टाकले जातात. उरलेले द्रव्य शिल्लक तयार मालात मिसळणे शक्य होते.

वाळू योग्य प्रमाणात सारखी गतिमान रहावी म्हणून जरूर तितके पाणी चाळण्यावर सोडण्यात येते. प्रत्येक चाळणी स्वतंत्र चौकटीवर बसविलेली असते. त्यामुळे चाळण्या काढून टाकून त्यांच्या जागी शिलकीतील चाळण्या, कामात गंभीर प्रमाणात अडथळा न येता, बसविता येतात. दाखविलेल्या जाळीच्या २ आकारात वातायन चाळणी सहज मिळू शकते व ती सपाट असल्यामुळे सामान्यपणे वापरण्यात येणाऱ्या वजनदार व ओबडधोबड दुहेरी कडा दाबलेल्या चाळणीपेक्षा जास्त चांगले काम देते. ७४ व्या आकृतीत दाखविलेल्या मापाच्या व उताराच्या चाळण्यांनी दर तासास ७ ते १० घनयार्ड (द्रव्य) हाताळता येते.

वाळूच्या वर्गीकरणातील अन्य समस्या, या पद्धतीत फरक करून, सोडविता येतात. फक्त भरड कण काढून टाकण्याकरिता आ. ७४ त दाखविलेली पहिली चाळण आणि काटपाते व कचरा प्रवणिका दुसऱ्या चाळणीशिवाय वापरणे शक्य आहे. मध्यवर्ती आकाराच्या व्याप्तीतील सूक्ष्मतर द्रव्य टाकून देण्याकरिता क्र. १२ च्या चाळणीऐवजी क्र. १६ ची आखुड चाळणी वापरता येईल आणि दुसऱ्या चाळणीतील (क्र. १६) भोके, जाळी ताणून हिऱ्याच्या आकाराची करून लहान करता येतील. मध्यवर्ती आकाराचे अधिक द्रव्य काढून टाकण्यासाठी पहिली चाळण ताणावी लागेल आणि दुसऱ्या चाळणीवर जास्त पाणी वापरावे लागेल. खराब झालेल्या अगर फाटलेल्या चाळण्या तात्काळ बदलल्या पाहिजेत

६७. वाळूची शुष्क – क्रिया – पद्धती –

ज्या स्थानात वाळू स्वभावतःच शुष्क असते आणि प्रक्रियेकरिता अल्प खर्चात पाणी उपलब्ध होत नाही व जेथे शुष्क वाळूच्या प्रक्रियेत क्र. ८ पेक्षा सूक्ष्मतर चाळण्या वापरून आयतन निर्मिती करणे अव्यवहार्य असते तेथे अन्य पद्धती विकसित कराव्या लागल्या. कोलोराडो नदीवरील दक्षिण पश्चिम वाळवंटातील जलसेतूचे बांधकाम करताना क्र. १०० च्या चाळणीवरून जाणारे अतिरिक्त सूक्ष्मकण (जेव्हा आद्रतांश १ टक्क्यापेक्षा बराच कमी होता तेव्हा) विशेष प्रकारे अभिकल्पन केलेल्या उपकरणाने यशस्वीरीत्या काढून टाकण्यात आले. हे उपकरण, वाळूचे पातळ थर पोलादी कोनांच्या पायऱ्यांच्या मालिकेवरून पडत असताना त्या थरातून हवा खेचून घेई.

शुष्क वाळू, विशेषतः जेव्हा ती ढिगावर अगर कणग्यात टाकली जाते तेव्हा, तिची वियोजन होण्याकडे प्रवृत्ती असते व ती प्रवृत्ती आर्द्र अगर ओल्या वाळूपेक्षा बरीच जास्त असते. या कारणाकरिता विशेष काळजी घेणे अवश्य असते. पार्कर धरणावर वाळूच्या साठ्याकडे जाणाऱ्या वाहक पट्टावरून ती जात असताना फवाऱ्याने ओली करण्यात आली.

जरी त्यामुळे वियोजनाचा जवळजवळ पूर्ण निरास झाला तरी अतिशय वियोजन होऊ नये म्हणून अवश्य असणारी ५ ते ८ प्रतिशत् आर्द्रता सारख्या प्रमाणात मिळण्याकरिता काही अडचणींना तोंड द्यावे लागले. कोलोरॅडो नदीवरील जलसेतूच्या कामावर (वाळूतील) कणाचा कमाल आकार एका इंचाच्या एक अष्टमांशाइतका कमी करून शुष्क वाळूतील वियोजन शक्य तितके कमी राखण्यात आले.

ढवळून अगर संघर्षणाने कणांचा कोरदारपणा कमी करून वाळूचे प्रयोगशाळेत परिष्करण करण्यात आले आहे. परिणामी अशी वाळू असलेल्या कॉंक्रीटमधील सिमेंट आणि पाणी, संपीडक शक्तीत फारशी घट न येता, ६ पासून १८ टक्क्यापर्यंत कमी करणे शक्य झाले आहे. अन्वेषणावरून असे दिसून येते की सामान्यपणे वाळू कोणच्याही प्रकारे घासली असता काहींशी गुळगुळीत व कमी कोरदार बनते व जेव्हा ती चुन्यात अगर कॉंक्रीटच्या मिश्रणात वापरण्यात येते तेव्हा पाणी कमी प्रमाणात लागते.

६८ भरड मिलाव्याचे उत्पादन व हाताळणी

ब्यूरोच्या कामावर वापरलेल्या भरड मिलाव्यातील बराच मोठा भाग नैसर्गिक कंकराचा असतो. तथापि काही प्रकल्पांवर जेथे अल्प खर्चात कंकर उपलब्ध होत नाही तेथे फोडलेला मिलावा वापरला जातो. जरी प्रत्येक कणाचा आकार महत्त्वाचा असतो, तरी तो भरड मिलाव्याच्या बाबतीत वाळू इतका क्रांतिक नसतो. भरड मिलाव्याच्या लहान आकाराकरिता पन्हाळी रुळाचे दलित्र व मोठे आकार निर्माण करण्याकरिता भ्रामी दलित्र अगर फोडण्याकरिता वाकड्या पट्टयाचा असलेले कोनीय दलित्र वापरून, ज्यात कमीत कमी सपाट अगर लांबट कपच्या आहेत असा, मिलावा तयार करता येतो. जेथे फोडलेला मिलावा असाधारणपणे रुक्ष अगर धारदार कडा असलेला असतो तेथे कणाच्या आकारात सुधारणा व परिणामतः कॉंक्रीटची सुकार्यता, फोडलेले द्रव्य उत्पाषक बसविलेल्या परिभ्रामी नळकांड्यातून घालून अल्पखर्चात प्राप्त करता येते. कोलमंडण्याच्या क्रियेमुळे कडांची धार बोथट होते आणि नंतरच्या मिलाव्याच्या हाताळणीमुळे कमी आकाराच्या कणांची अन्यथा होणारी संभाव्य निर्मितीही टळते. ह्या उपचारात निर्माण होणारे कमी आकाराचे द्रव्य चाळून टाकून देण्यात येते.

ब्यूरोच्या कामावर भरड मिलाव्याचे आवश्यक ते धुण्याचे आणि फोडण्याचे काम होते. शिवाय तो अनेक आकारात वेगळा वेगळा करण्यात येतो. त्यामुळे कॉंक्रीटचे योग्य प्रमाणीकरण करता येते आणि एकामागून एक येणाऱ्या बाट्यामध्ये एकसारख्या प्रतवारींची खात्री मिळते.

सामान्य हाताळणीच्या आणि ढीग करण्याच्या क्रियांतून निर्माण होणाऱ्या वियोजन आणि फूटतुटीमुळे मिलाव्याच्या संयंत्राजवळ उत्तमप्रकारे चाललेला बराचसा मिलावा जेव्हा मिश्रकाजवळ पोहोचतो तेव्हा त्याचे साफ वियोजन बऱ्याच प्रमाणात झालेले नसते. जितक्या जास्तवेळा द्रव्य पुनः पुन्हा हाताळले जाते आणि जितका दगड जास्त फुटरा

असतो तितका एकसारखेपणात जास्त फरक पडतो. हाताळणी आणि ढीग करण्याच्या अयोग्य पद्धतीमुळे कमी आकाराच्या कणांच्या वियोजनात बिघाड होतो. केवळ ढीग करण्याच्या एका अयोग्य क्रियेमुळे बिनचूक प्रतवारी केलेल्या कंकराचे इतके वियोजन होते की ज्या कॉंक्रीटमध्ये ते वापरले आहे त्याच्या सुकार्यतेत आणि दर्जात मान्य करता येणार नाही इतक्या प्रमाणात फरक पडतो. उदाहरणार्थ, हूवर धरणावर केलेल्या चाचण्यात असे दिसून आले की कोनाकार ढिगात जेव्हा $\frac{३}{१६}$ ते $\frac{३}{४}$ इंची कंकर पट्टावरून टाकला आणि ढिगाच्या मध्याच्या खालील एकाच दरवाजामधून पुन्हा प्राप्त केला, तेव्हा एका पाळीच्या कालावधीत या काढून घेतलेल्या द्रव्याचा सूक्ष्मता गुणांक ६·५८ पासून ६·९४ पर्यंत एकसारखा वाढत गेल्याचे खालील कोष्टकावरून दिसून आले.

चाळण	नमुना क्र. १		नमुना क्र. २	
	एकूण राहिलेले	प्रत्येक आकार	एकूण राहिलेले	प्रत्येक आकार
	प्रतिशत्	प्रतिशत्	प्रतिशत्	प्रतिशत्
$\frac{३}{४}$ इंच	२	२	१०	१०
$\frac{३}{८}$ इंच	५७	५५	८४	७४
$\frac{३}{१६}$ इंच	९९	४२	१००	१६
सूक्ष्मता गुणांक	६·५८	(९९)	६·९४	१००

प्रत्येक ढिगाच्या खालील दोन अगर अधिक दरवाजांमधून एकाच वेळी (द्रव्य) काढून घेऊन व अशा तऱ्हेने पुनर्मिश्रणक्रिया अंमलात आणून असे वियोजन बऱ्याच प्रमाणात कमी करता येते.

प्रमाणनियंत्रक आणि मिश्रक संयंत्रात जेव्हा पुनःप्रापण विवराचा उपयोग केला जात नाही तेव्हा साठ्यांचे ढीग करण्याची जागा तयार करण्याच्या बाबतीत काही विचार करणे इष्ट असते. तलस्थित द्रव्यामुळे दूषित होऊ नये म्हणून कठीण व स्वच्छ आधाराची तरतूद केली पाहिजे. ढीग करण्यापूर्वी त्या जागेवर वाळू कंकर अगर दगडांचे आधार-द्रव्य पसरण्याची प्रथा चांगली असते. त्यामुळे ट्रक जाण्यायेण्यामुळे आणि वारा वाहण्यामुळे पृष्ठभागावरील सुटी माती उडून ढीग केलेल्या मिलाव्यात जाण्यामुळे होणारा दुष्परिणाम कमी होतो. भरपूर प्रमाणात वियोजनाची तरतूद करून अगर ढीग अलग करण्यासाठी योग्य अशा भिंती बांधून निरनिराळ्या आकारांची परस्परव्याप्ती होण्यास अटकाव करावा. यांऱ्यांचा वापर केला असल्यास एका आकाराचा मिलावा असलेली बारडी दुसरीवर आंदोलित होण्याचे टाळावे.

ढीग करण्याच्या आणि इतर हाताळण्याच्या क्रियामुळे मिलाव्याच्या, विशेषत: मोठ्या आकाराच्या मिलाव्याच्या, कपच्या बनतात अगर त्याची फूटतूट होते. हाताळणी संख्या कमी

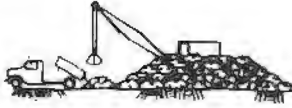


आ. ७५

मोंटाना येथील हंग्री हॉर्स धरणावर वापरलेले अश्मसोपान. हे भरड मिलाव्यातील फूटतूट प्रभावीपणे कमी करतात. PX – D – 22696

करून अगर पतन उंची कमी करून ही फूटतूट कमी करण्यात येते. पतन मंद करण्यास अश्मसोपानांचा वापर करणे फूटतूट कमीत कमी करण्यास प्रभावी ठरते (आ. ७५). आ. ७३ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे पायऱ्यांच्या अभिकल्पनांत सपाट आणि उतरत्या विभागांचा समावेश करावा. पायऱ्यांच्या सपाट विभागामधील उभार २½ फुटापेक्षा जास्त नसावा. तो कमी असणे श्रेयस्कर असते.

मिलाव्याचे चुकीच्या पद्धतीचे ढीग केल्यामुळे विलगन आणि फूटतूट घडून येते.



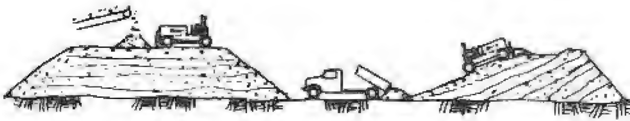
पसंत.

एका ट्रकपेक्षा जास्त नसलेल्या गटात पारीने अगर अन्य साधनांनी द्रव्य ढिगात टाकणे. असे केल्याने द्रव्य जागेवरच रहाते आणि उतारावरून घसरून जात नाही.



आक्षेपार्ह

ज्या पद्धतीत ढिगात ओतले जात असताना द्रव्य खाली घसरू दिले जाते अगर एकाच पातळीवर वरपेयर वाहून नेणाऱ्या उपकरणाना काम करू दिले जाते. अशा पद्धती



परवानगी देता येईल पण पसंत नसलेले.

वाहक पट्ट्यावरून द्रव्य जसे सोडले जात आहे तसे ते बुलडोझरच्या साह्याने आडव्या थरात अरीय दिशेने टाकून ढीग तयार करणे.

३ : १ पेक्षा जास्त सपाट नसलेल्या उतारावर बुलडोझरने एकामागून एक थर टाकून ढीग करणे.

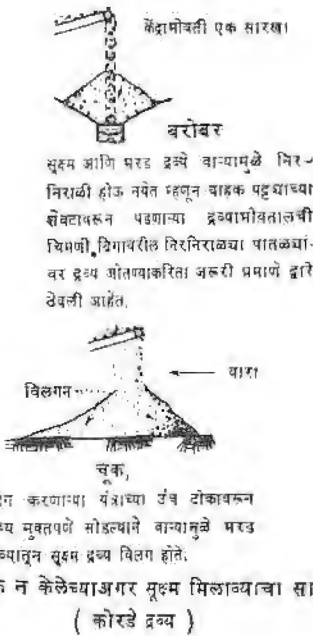
आ. ७६ (आकृतीचा पुढील भाग पान २०९ वर पहा)

मिलाव्याचे ढीग करण्याच्या योग्य आणि अयोग्य पद्धती. 288 – D – 2655

कंकरातील सामान्यपणे कमी आकाराच्या धारदार कोनाकार अश्म कपच्यामुळे मिश्रणातील त्यांच्या टक्केवारीच्या मानाने बऱ्याच जास्त प्रमाणात काँक्रीटची सुकार्यता कमी होते. शिवाय कमी आकाराच्या कोनीय कणांची भरपाई करण्याकरिता मिश्रणात समायोजन करणे अवघड जाते. कारण असे द्रव्य समप्रमाण–वितरण होऊन रहात नाही.

पण कप्प्याकप्प्यात आणि कणगीच्या खालच्या भागात आणि ढिगात जमून मिश्रणात त्याचे मधूनमधून भारी प्रमाणात संकेंद्रण होते. ह्या कारणाकरिता ब्यूरोच्या कामावर

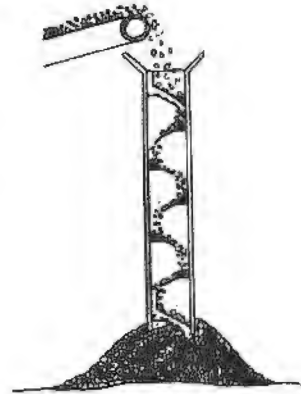
परवानगी दिली असल्यास भरड मिलाव्यांचे ढीग घालणे.
(वाटा संयंत्राजळ ढीग केलेला मिलावा चाळणीतून साफ केलेला असावा. असे केलेले असेल तेव्हा ढीग घालण्यावर बंधने ठेवली जात नाहीत.)



सूक्ष्म आणि भरड द्रव्ये वाऱ्यामुळे निरनिराळी होऊ नयेत म्हणून वाहक पट्ट्याच्या शेवटावरून पडणाऱ्या द्रव्याभोवतालची चिमणी. ढिगावरील निरनिराळ्या पातळ्यांवर द्रव्य ओतण्याकरिता जरूरी प्रमाणे द्वारे ठेवली आहेत.

ढीग करणाऱ्या यंत्राच्या उंच टोकावरून द्रव्य मुक्तपणे सोडल्याने वाऱ्यामुळे भरड द्रव्यातून सूक्ष्म द्रव्य विलग होते.

साफ न केलेल्याअगर सूक्ष्म मिलाव्याचा साठा
(कोरडे द्रव्य)



उंबीवरील वाहकपट्ट्यावरून मोठ्या आकाराच्या मिलाव्याचे ढीग करताना, अश्मसोपानाचा वापर केल्याने फूटतूट कमी होते.

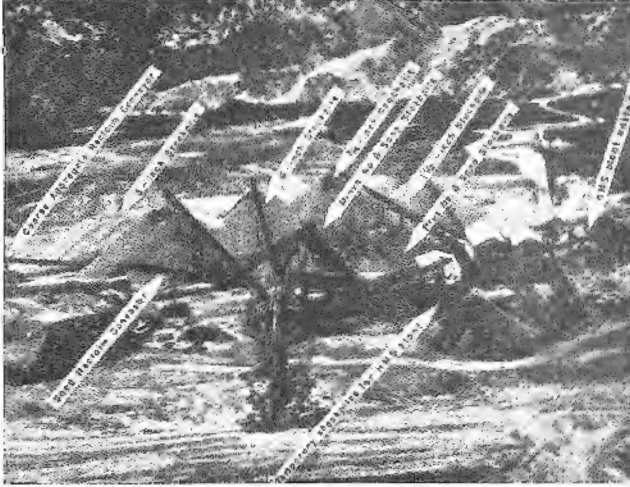
साफ केलेल्या मिलाव्याचा साठा.

(पान २०८ वरील आकृतीतील उरलेला भाग)

प्रमाणनियंत्रक संयंत्राजवळ भरड मिलाव्याची सफाई-चाळणी करण्यात येते. यासंबंधी चर्चा नंतर करण्यात आली आहे.

हाताळण्याच्या व ढीग करण्याच्या सर्व क्रियामुळे भरड मिलाव्यात काही प्रमाणात वियोजन आणि फूटतूट होते परंतु मिलाव्याचे अनेक आकारात विलगन करून आणि योग्य अभिकल्पनित व योग्य तऱ्हेने कार्यान्वित केलेल्या हाताळण्याच्या पद्धतींचा वापर करून अशा अडचणी कमी करता येतात. प्रमाण-नियंत्रकांच्याकडे पोहोचणाऱ्या द्रव्यातील वियोजन मर्यादित करण्यात हाताळण्याच्या काही पद्धतींची मदत होते. अशा पद्धती आ. ७६, ७७ आणि ७८ मध्ये दाखविल्या आहेत. ऑल अमेरिकन कालव्यावर जेथे तयार मिलावा अनेक वेळा हाताळण्यात आला तेथे ¾ व १ इंची चाळण्यावर १½ इंची कंकर विलग करून

वियोजनामुळे येणाऱ्या अडचणी पुष्कळशा टाळण्यात आल्या. कोलोरॅडो नदीवरील जलसेतूतील मिलावा $\frac{३}{८}$, $\frac{३}{४}$, १ अगर $१\frac{१}{४}$ अथवा $१\frac{१}{२}$ आणि २ किंवा $२\frac{१}{२}$ किंवा ३ इंच



आ. ७७

वरच्या ओळीतील बाण– (डावीकडून उजवीकडे)

(१) भरड मिलाव्याचा पुःनप्रापक वाहक पट्ट; (२) ३ इंची मिलाव्याचा ढीग; (३) ६ इंची ढीग; (४) $\frac{३}{४}$ इंची ढीग; (५) क्र. – उणे ८ च्या वाळूचा ढीग; (६) $१\frac{१}{२}$ इंची ढीग; (७) क्र. + ८ च्या वाळूचा ढीग; (८) H.M.S. संयंत्रातील गदळाचा ढीग.

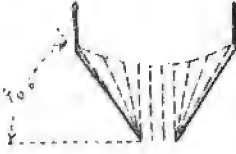
खालच्या ओळीतील बाण–

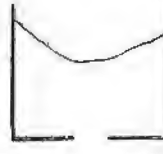
(१) वाळूचा पुनःप्रापक वाहक पट्ट; (२) H. M. S. संयंत्राकरिता तात्पुरते ढीग. ऊटा येथील फ्लेमिंग गॉर्ज गटांतील मिलाव्याची यंत्रसामुग्री आणि ढीग.

P–591–421–2559

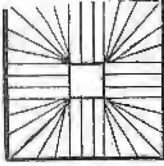
निव्वळ चौरस द्वारे असलेल्या चाळण्यांनी विलग करण्यात आला. कमाल आकार किती हवा यावर आकाराची निवड अवलंबून होती.

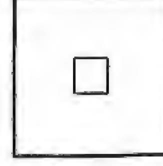
सामान्य कामावर सर्व योग्य त्या दक्षता घेतल्या तरी, अर्थपूर्ण कमी आकाराच्या कणांची २ टक्के कमाल मर्यादा, जी चाळलेल्या भरड मिलाव्याकरिता व्यवहार्य मर्यादा आहे ती द्रव्य प्रमाण–नियंत्रित करताना, विशेषतः जेव्हा ढिगामधून मिलावा घेतला जातो तेव्हा, पुष्कळदा ओलांडली जाते. अतिरिक्त कमी आकाराच्या कणांचा निरास करण्याकरिता

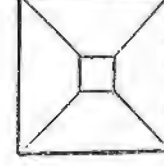












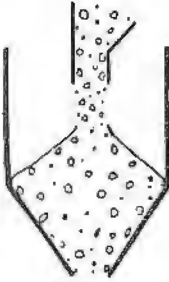
बरोबर

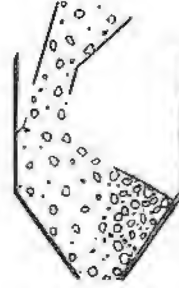
निर्गम द्वारापर्यंत सर्व दिशानी तळाचा संपूर्ण उतार क्षितिजाशी ५०° अंशानी कलता व डोणीचे कोपरे योग्य प्रकारे गोल केलेले

चूक

खोऱ्याने ढकलल्याशिवाय डोणीतील सर्व द्रव्य निर्गम द्वारांतून सहज वाहू शकणार नाही अशा तऱ्हेच्या सपाट तळाच्या डोणी अगर उतारावर कंगोरे अगर जागा आहे अशी काही योजना असलेल्या डोणी.

मिलाव्याच्या डोणीच्या
तळांचे उतार





बरोबर

सामान्यपणे अधिक एकसारखे द्रव्य निःसारण द्वारातून थेट वाहून जाऊ शकेल अशा तऱ्हेचे द्रव्य डोणीत उभ्या दिशेने पडते.

चूक

डोणीत द्रव्य कोन करून जोरात पडते. जे द्रव्य निर्गम द्वारात थेट पडत नाही असे पडलेले द्रव्य नेहमीच एकसारखे असत नाही.

मिलाव्यांच्या डोणी भरणे

आ. ७८

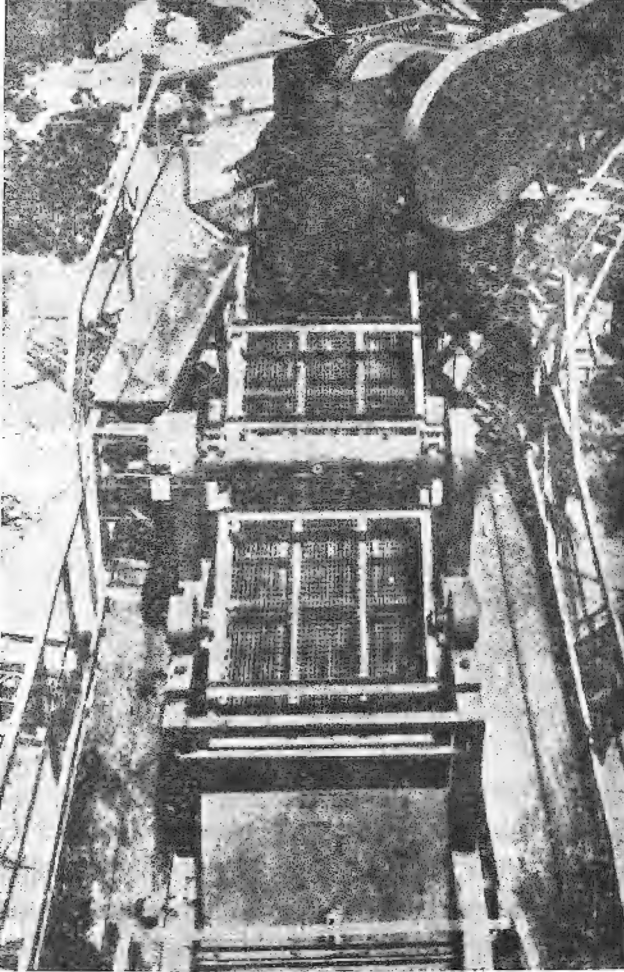
मिलावा हाताळण्याच्या बरोबर आणि चुकीच्या पद्धती. अयोग्य पद्धती वापरल्याने वियोजन होते आणि त्यामुळे कॉंक्रीटमधील एकसारखेपणात उणीव निर्माण होते. 288-D-2648

प्रमाण–नियंत्रकाजवळ स्पंदक चाळण्यावर करण्यात येणारे भरड मिलाव्याचे अंतिम चाळण विनिर्देशाप्रमाणे सामान्यपणे करावे लागते. चाळलेले द्रव्य प्रमाणनियंत्रकसाठ्याच्या कणग्यात थेट जाते. योग्य तऱ्हेने चालविलेल्या स्पंदनी सफाई चाळण्यांच्या सहाय्याने प्रमाण–नियंत्रण मिलाव्यात विनिर्देशित २ टक्क्याच्या मर्यादेत महत्वाचे बारीक कण राखणे अगदी शक्य असते. चांगला निचरा झालेला पण $\frac{3}{16}$ ते $\frac{3}{4}$ इंची आर्द्र मिलावा चाळण्याकरिता $\frac{3}{16}$ इंची चौरसद्वारांच्या चाळणीऐवजी चिरा पाडलेली $\frac{3}{16}$ इंची चाळण पुष्कळ वेळा वापरण्यात येते. तथापि साठ्याच्या कणग्यात मिलावा टाकण्याच्या वेळी काळजी घेतली पाहिजे नाहीतर तो गोळा होण्याची शक्यता असते. उंच पतनामुळे लहान कण अतिशय प्रमाणात तयार होण्याची शक्यता कमी करण्याकरिता काही वेळा जास्त मोठ्या आकाराच्या मिलाव्यांच्याकरिता अशा सोपानांची तरतूद करणे इष्ट असते. प्रमाण–नियंत्रकांच्या साठ्याच्या कणग्यांवर जेव्हा स्पंदनी चाळण्या बसविण्यात येतात तेव्हा त्या जास्तीत जास्त प्रभावी असतात. तथापि त्या अशा तऱ्हेने बसवाव्या की चाळण्यांच्या स्पंदनामुळे प्रमाण- नियंत्रक तराजूंच्या कामात बाधा येणार नाही. ह्या योजनेकरिता जेथे विद्यमान संयंत्र संरचनात्मक दृष्टीने उपयुक्त होत नाही तेथे अंतिम चाळण उपकरण जमिनीच्या पातळीवर अगर कणग्यांच्यावर प्रमाण–नियंत्रकाच्या निकट बसवावे. कसेही असो, चाळलेले द्रव्य योग्य त्या कणगीत थेट नेण्यात यावे.

द्रव्य ओले अगर घाण असेल तर सफाई चाळण्यावर–धावन-जल फवाऱ्यांनी पाणी मारण्याची गरज लागेल. जेथे हे अवश्य असते तेथे जर मागणी मधूनमधून येणारी असली तर प्रमाण–नियंत्रकांमध्ये शिरणाऱ्या द्रव्यातील जलांशातील विचरणामुळे अडचणी निर्माण होणे शक्य असते. तथापि कोलंबिया घाटीतील कालव्याच्या अस्तरांच्या कामावर आणि अन्य ठिकाणी जेथे प्रमाण–नियंत्रण अगदी नियमित होत होते तेथे जरूरीप्रमाणे सफाई चाळण्यावर धावन–जल–फवाऱ्यांचा वापर केला होता व त्यामुळे प्रमाण–नियंत्रणाच्या कामात फारशी अडचण आल्याची नोंद नाही. मक्तेदारांनी आपल्या स्वेच्छेने आयलंड पार्क येथील सेमिनो आणि स्कॉफील्ड धरणांवर आणि कोलोरॅडो नदीवरील जलसेतूच्या संरचनावर सफाई चाळण वापरले होते. या कामावर सफाई चाळणाची गरज नव्हती कारण त्याला फार पैसा लागणार होता. तरी त्यांना वियोजन आणि कमी आकाराच्या कणांच्या संचयामुळे निर्माण होणाऱ्या नेहमीच्या अडचणी आणि मिश्रणांतील विचरणे टाळता आली. स्कॉफील्ड धरणात लागणाऱ्या कॉंक्रीटची राशी ४५०० घनयार्डापेक्षा कमी होती.

अनुभवावरून असे दिसून आले आहे की (१) सफाई चाळणापूर्वी करावयाच्या काळजीपूर्वक चाळण आणि हाताळण्याच्या गरजेच्या निरासनामुळे, (२) त्याज्य मिलावा फुकट जाणे टाळता आल्यामुळे, (३) प्रमाण–नियंत्रकावरील चुकीच्या कणगीत द्रव्य टाकले जाणार नाही ही खात्री मिळत असल्यामुळे, (४) कॉंक्रीटमधील संघटना आणि सुकार्यतेमुळे कॉंक्रीट जास्त एकसारखे होणार असलेने ते हाताळणे आणि जागेवर टाकणे सुलभ होत असल्यामुळे, आणि (५) कॉंक्रीटमधील अधिक एकसमानतेमुळे सिमेंटमध्ये २ ते १० टक्के

बचत होण्याच्या शक्यतेमुळे, प्रमाण–नियंत्रकाजवळच्या सफाई चाळण्याच्या खर्चाची भरपाई होऊन वर किफायत होते.



आ. ७९

कॉलिफोर्नियातील कॅच्यूमा प्रकल्पातील प्रमाण–नियंत्रकावर असलेल्या स्वतंत्र बुरुजावर बसविलेल्या सफाई–चाळण–आच्छादनाचे उपरी दृश्य.

368 – SB – 1810 – R2.

प्रमाण नियंत्रक कणग्यातील निरनिराळ्या आकाराचे द्रव्य संतुलित राखण्यासाठी सफाई चाळणीवरच्या पुरवठ्यात भरड मिलाव्याच्या सर्व आकारांचे नियमबद्ध मिश्रण असावे; नाहीतर तुलनेने अल्प कालावधीकरिता ओबडधोबड चाळणीतील आकार, एक सोडून एक सफाई चाळणाच्या आकाराचे करावे. $\frac{3}{16}$ इंची चाळणीवरून जाणारे फक्त लहान आकाराचे द्रव्य सफाई चाळणाचेवेळी फुकट घालविण्याची जरुरी असते.. फूटतुटीतील आणि चाळणाच्या वेळी काढून टाकले न जाता निसटून जाणारे अनुज्ञात लहान आकाराचे द्रव्य कणगीच्या तळाशी साचणे, दररोज एकवेळ कणग्या मोकळ्या ठेवून, रोखता येते.

लहान कामावर स्थिर $\frac{3}{16}$ इंची खाचांची द्वारे असलेल्या प्रमाण-नियंत्रक कणग्यावर बसविलेल्या उतरत्या चाळण्यावर कधीकधी भरड मिलावा चाळण्यात येतो. ह्या योजनेत स्पंदन चाळण्यांचे सर्व फायदे असत नाहीत पण जर द्रव्य जास्त प्रमाणात ओले नसेल तर त्यातील सूक्ष्म कमी आकाराचे बरेचसे द्रव्य काढून टाकून काँक्रीटच्या एकसारखेपणात सुधारणा करण्याचे कार्य पुष्कळच होते. जेथे ह्या साध्या चाळणास परवानगी दिलेली असते तेथे प्रमाण-नियंत्रण करण्यात येत असलेल्या द्रव्यात महत्वपूर्ण कमी आकाराच्या द्रव्यावर ३ टक्के कमाल मर्यादा विनिर्देशित करण्यात येते.

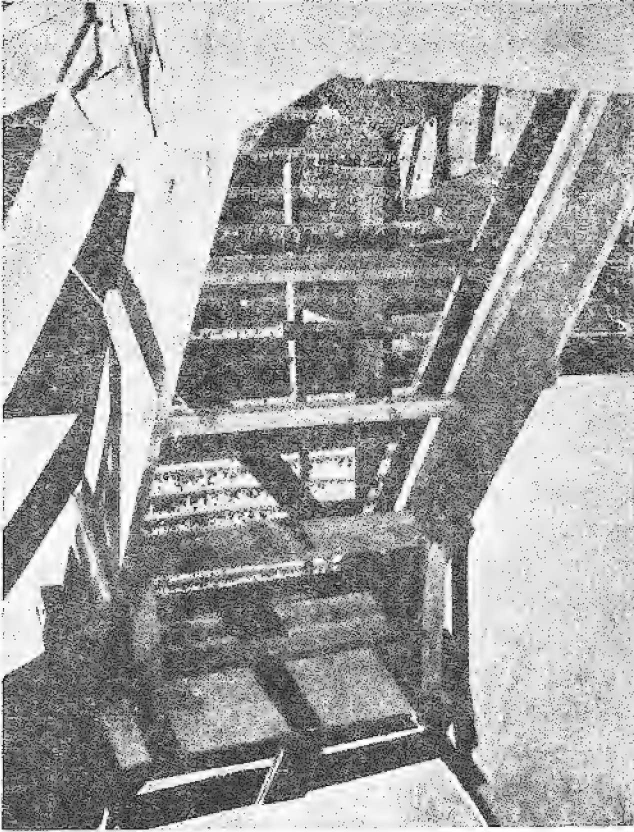
कांही उदाहरणात लहान आकाराच्या चाळण्यांनी उणे $\frac{3}{16}$ इंची कमी आकाराचे द्रव्य पुरेशा प्रमाणात काढून टाकण्यात आलेले असते पण खाचा असलेल्या स्थिर उतरत्या चाळण्या सामान्यत: ४ फूट रुंद व ६ फूट लांब असाव्या. उताराच्या दिशेने (चाळण्यातील) खाचा $\frac{3}{16}$ " × ४ " लांब असाव्या, उतार क्षैतिजापासुन २५ ते ४५ अंशा इतके भिन्न असतात, पण अंदाजी ३२ अंशाचा कोन सामान्यपणे अधिक प्रमाणात वापरला जातो. तथापि पुरवठ्याच्या वेगावर आणि द्रव्यावर हा उतार अवलंबून असतो. प्रमाण-नियंत्रक कणग्यावर ह्या चाळण्या बसविणे जरुरीचे असते व त्यावर त्याज्य असलेले कमी आकाराचे द्रव्य दूर नेऊन टाकण्याच्या साधनांची तरतूद केलेली असते (आ. ८०).

खांचा असलेल्या स्थिर उतरत्या चाळण्या गोलाकार नैसर्गिक सुका मिलावा चाळण्याच्या कामी सामान्यपणे पुरेशा परिणामकारक असतात. तथापि हे काही ठिकाणी वापरण्यात येणाऱ्या फोडलेल्या मिलाव्याच्या बाबतीत अगर जेव्हा आर्द्र मिलावा चाळण्यात येतो तेव्हा शक्य असत नाही. तसेच ह्या चाळण्यांचा वापर करताना (मिलाव्याचे) प्रमाणाबाहेर भारण करण्यात अगर तीव्र गतीने पुरवठा करण्यात नेहमी अडचण निर्माण होते. खांचा स्वच्छ ठेवण्याकडे सामान्यपणे सतत लक्ष ठेवावे लागते. ह्या कारणाकरिता एक मजली $\frac{3}{16}$ इंची खांचांची स्पंदन चाळणी पसंत केली जाते.

६९. चाळणी विश्लेषण

मिलाव्याच्या द्रव्याच्या प्रतवारीचे, मिलाव्याच्या संयंत्राजवळ निरनिराळ्या आकार-प्रभाजकांची सापेक्षी टक्केवारी निश्चित करण्याकरिता, मधूनमधून विश्लेषण करावे. प्रमाण-नियंत्रित केलेल्या मिलाव्याकरिता प्रतवारींच्या विनिर्देशित मर्यादा असल्यामुळे

आणि मिश्रणात एकसारखी प्रतवारी राखण्याकरिता अवश्य असणाऱ्या गट वजनातील समायोजन करण्याकरिता उत्तम माहिती प्रमाण-नियंत्रित प्रतवारीतून मिळत असल्यामुळे



आ. ८०

वॉशिंग्टनमधील कोलंबिया घाटी प्रकल्पात मरड मिलावा पुन्हा चाळण्याकरिता वापरण्यात आलेली $\frac{3}{16}$ इंच × ४ इंच खाचा असलेली स्थिर चाळणी. चाळणीमधून दिसणाऱ्या कमी आकाराच्या द्रव्याकडे लक्ष द्या. CB-3702-4

ब्यूरोच्या आदेशानुसार प्रमाण-नियंत्रकाजवळ प्रतवारीचे विश्लेषण करावे लागते. तसेच ही विश्लेषणे कॉंक्रीटच्या मिश्रणाच्या संबंधात आणि नळकांड्याच्या चांचणी माहितीच्या संबंधात मूल्याचे अहवाल बनतात.

प्रमाण–नियंत्रकाजवळ केलेल्या वाळूच्या चांचण्यांची वारंवारता खणतीतून काढलेल्या द्रव्याच्या एकसारखेपणावर आणि संयंत्रातील निर्मितीच्या वेगावर अवलंबून असते; तसेच ती प्रक्रियेच्या उपकरणाच्या गुणधर्म, परिस्थिति, व परिणामकारकपणावरही अवलंबून असते. मोठाल्या कामांवर दर तासाला एकदा प्रतवारीची निश्चिति करावी लागेल. त्यामुळे वाळू शक्य तितकी एकसारखी आणि विनिर्देशित मर्यादांच्या आत राखण्याकरिता उपकरणात समायोजन करता येईल. प्रमाण–नियंत्रकाजवळील वाळूच्या चांचण्या आर्द्रतांशाखेरीज करून, सामान्यतः कमी वेळा लागतात. मक्तेदारांच्या कामावर मिलाव्याच्या संयंत्राजवळ भरड मिलाव्याची स्थूल–प्रक्रिया करण्याची, काटेकोर तपासणी करण्याची जरुरी नाही. मोठ्या आकाराच्या अगर अधिक जास्त आकाराच्या (द्रव्याच्या) मधूनमधून चांचण्या केल्यास मक्तेदारास मदत होईल. प्रमाण–नियंत्रकाजवळ प्रतवारी, आर्द्रतांश आणि विशिष्ट गुरुत्वाकरिता भरड मिलाव्याच्या चांचण्या करण्यात येतात. ह्या चांचण्यांची वारंवारता, विनिर्देशित गरजांना अनुरूप असा मिलावा असल्याची खात्री मिळण्याइतकी पुरेशी असावी. प्रतवारीच्या विश्लेषणात कमी आकाराच्या आणि जास्त आकाराच्या द्रव्याच्या निश्चि–तीचा समावेश असतो [पहा विभाग १८ (ए)]. ह्या माहितीमुळे काँक्रीटमधील प्रमाणीकरणावर जास्त चांगले नियंत्रण ठेवणे आणि कमी आकाराच्या द्रव्यासंबंधीच्या स्वरूपाची जास्त चांगली जाण येणे शक्य होते. जेव्हा वाटाण्याच्या आकाराचा कंकर ($\frac{३}{१६}$ ते $\frac{३}{८}$ इंच) स्वतंत्र मिलावा म्हणून लागत नाही तेव्हा $\frac{३}{१६}$ ते $\frac{३}{४}$ इंच व्याप्तीतील सूक्ष्म कंकराची $\frac{३}{८}$ इंच चाळणीवर चांचणी घ्यावी आणि अहवालाच्या तक्त्यावर जाणारी व रहाणारी टक्केवारी नोंदावी. परिशिष्टाच्या ४, ५ व ६ या पदसंज्ञात चाळणी विश्लेषणें करण्याच्या पद्धती दिल्या आहेत.

७०. मिलाव्यातील हानिकारक पदार्थ

वाळू आणि कंकरातील हानिकारक पदार्थांची राशि, निक्षेपातील दूषित क्षेत्रे टाळून आणि चिकणमाती, शेल अगर गाळमातीचे थर फुकट घालवून पुष्कळ वेळा कमी करता येते. जर आक्षेपार्ह प्रमाणात दूषित पदार्थ उपस्थित असतील आणि धुवून अगर अन्य साधनांनी ते संतोषपूर्णपणे काढून टाकता येत नसतील आणि त्यावर पुन्हा उपचार करणे व्यवहार्य नसेल तर, ती तयार वाळू आणि कंकर टाकून द्यावेत. मिलाव्यात आढळणाऱ्या अति सूक्ष्म द्रव्यात तुलनेने जास्त प्रमाणात मिश्रक पाणी घालावे लागते. तसेच सूक्ष्म आणि निष्क्रिय द्रव्यांची प्रवृत्ती काँक्रीटच्या पृष्ठभागाजवळ येण्याची असते व त्यामुळे काँक्रीट चिराळते आणि तडकते. चिकणमातीचे गोळे, सेंद्रिय द्रव्य, क्र. २०० मधून जाणारे द्रव्य आणि शेल किती प्रमाणात आहेत हे निश्चित करण्याच्या चांचण्या परिशिष्टातील १३, १४, १६, १७ व १८ या पदसंज्ञात दिल्या आहेत. चिकणमातीची ढेकळे अगर शेल सहजपणे दिसतात पण त्यांच्या संख्यात्मक चांचण्यांची जरुरी असते. सेंद्रिय द्रव्य आणि गाळमातीची उपस्थिति आणि राशि चाचणी करून निश्चित केल्या पाहिजेत.

अल्कली, अभ्रक, लेपलेले दाणे, नरम चपटे कण आणि लोम यासारख्या स्थानीय हानिकारक पदार्थांची ओळख व राशि समुचित रासायनिक चाचण्यांनी आणि शैलवर्ग विश्लेषणांनी जाणून घेतली पाहिजे. धावन जलाच्या गरजा सामान्यपणे मिश्रक जलाच्या गरजा सारख्याच असतात. (वि. १९ पहा). चिकणमाती अगर चुनेदार द्रव्याची ढिली आवरणे पुष्कळदा ते द्रव्य काही वेळ ओलसर ठेऊन मऊ करता येतात आणि नंतर धुण्याची क्रिया चालू असताना काढून टाकता येतात. मिलाव्यावरील लेप आणि त्यातील नरम कणांच्या अतिरिक्त राशी काढून टाकण्याकरिता विशेष प्रकारची घासण्याची व प्रक्रिया करण्याची उपकरणे बाजारात उपलब्ध आहेत.

झाडांची मुळे आणि वाहून आलेली लाकडे यापासून मिळणारे लाकडाचे तुकडे हे मिलाव्यात सर्वसाधारण आढळणारे दुषितीकारक पदार्थ आहेत. हे तुकडे सामान्यपणे जलरुद्ध होतात आणि म्हणून सामान्य प्रक्रिया करून काढून टाकता येत नाहीत. बऱ्याच मोठ्या प्रमाणात त्यांचे आकार आणि रूप भिन्न असल्याने, अशा द्रव्याकरिता कमाल मर्यादा निर्देशित करणे अव्यवहार्य असते. जास्त खोल पट्ट्या पाडून अगर निवडक खुदाई करून लाकडी तुकड्यांची संख्या बऱ्याचवेळा भरीव प्रमाणात कमी करता येते. काही थोड्या उदाहरणात ते हातानी वेचून टाकण्याची पद्धत अवलंबण्यात आली आहे. पण ती फार खर्चाची असते. ओरेगॉनमधील बुलरन धरणाच्या बांधकामात वाहक पट्टावरून हाताने वेचता न येणाऱ्या मुळांच्या अतिरिक्त राशी, प्रवणिकातून कणग्यात मिलावा पडत असताना त्यात सरळसरळ वायुविस्फोट करून यशस्वीपणे, काढून टाकण्यात आल्या. लाकडी तुकडे आक्षेपार्ह आहेत अगर कसे हे ठरविताना खालील (माहिती) उपयुक्त होईल.

(१) द्रवचलित दाब सहन करतील अशा रीतीने अभिकल्पन केलेल्या भितींच्या बाबतीत भितीच्या जाडीच्या दोन तृतियांश अगर जास्त लांबीच्या कोणच्याही आकाराच्या काटक्या आक्षेपार्ह आहेत.

(२) जेथे बाह्यस्वरूप चांगले असणे महत्वाचे असते असा तयार केलेला पृष्ठभाग उच्च प्रमाणात टिकाऊ असणे अवश्य असते. अशा एकसारख्या पृष्ठभागांच्या बाबतीत सर्व लाकडी तुकडे काढून टाकणे इष्ट असते.

३) अन्य प्रकारांच्या बाधकामांच्या बाबतीत लाकडी तुकडे असणे विशेषसे आक्षेपार्ह नसते, परंतु चांगल्या संरचन प्रथेची एक बाब म्हणून अशा दूषितीकारक पदार्थांची राशि व्यावहारिकदृष्ट्या कमीत कमी करावी.

७१. मिलाव्याचे परिष्करण

मिलावे घासण्याच्या क्रियेस प्रतिरोध करतील इतके कठीण, संघट्टनाला तोंड देऊ शकतील इतके दृढ, जडभाराखाली टिकून राहतील इतके बळकट, आणि गोठण व वितळण आणि हवामान परिस्थितीत अन्य फेरफार होत असताना अविच्छिन्न राहतील इतके समांग

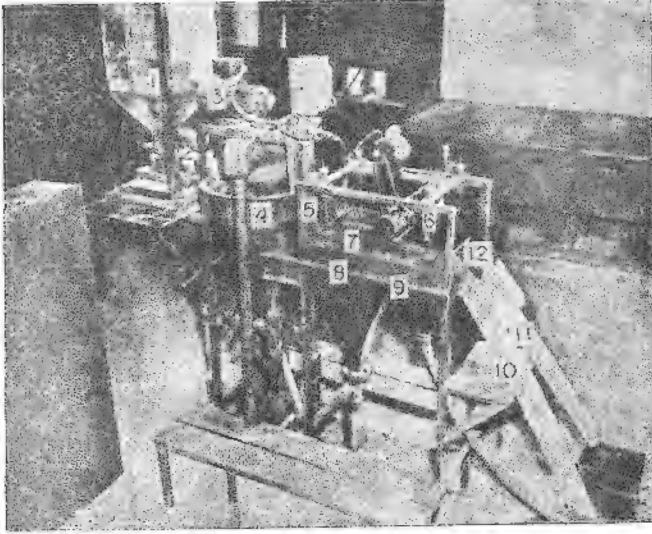
असावेत. हानिकारक, हलक्या वजनाच्या सच्छिद्र द्रव्यांच्या अतिरिक्त राशी असलेल्या बऱ्याचशा मिलाव्याबद्दलचा विचार आणि उपयोग प्रयोग-शाळेतील चांचण्यांनी सामान्यपणे टाळता येईल. तथापि गोठण-वितळण चांचण्यात असे दिसून आले आहे की अन्य प्रकारे विनिर्देशित गरजा पुरे करणारे काही मिलावे वापरून तयार केलेल्या कॉंक्रीटच्या पृष्टभागावर ह्या अनिष्ट घटकाच्या अतिरिक्त राशींच्यामुळे पापुद्रे निर्माण होतात अगर गोठण आणि वितळण होत असताना त्यात अन्य प्रकारची खराबी होते. ज्या ठिकाणी केवळ हेच मिलावे सहज उपलब्ध होतात तेथे मिलाव्यातील सच्छिद्र हलक्या हानिकारक द्रव्याची राशि कमी करून त्यांचा दर्जा पुष्कळ वेळा सुधारण्यात येतो. अनेक उदाहरणात दत्त उत्पत्ति-स्थानातील हे हानिकारक कण खालील एक अगर अनेक पद्धतींचा उपयोग करून अल्प खर्चात काढून टाकता येतात. भारी माध्यम पृथक्करण, द्रवचलित अगर प्रत्यास्थि प्रभाजन या त्या पद्धती आहेत. मिलाव्यांचे परिष्करण करण्याचे आणखी एक साधन, द्रवचलित अपघर्षणाने कणाच्या आकारात सुधारणा करणे हे आहे. पण ते काटकसरीच्या दृष्टीने शक्य होईल इतक्या प्रमाणात अद्याप विकसित झालेले नाही.

(अ) भारी माध्यम पृथक्करण

कमी प्रतीच्या खनिजांच्या परिष्करणाकरिता मूलतः भारी माध्यम पृथक्करण विकसित केले होते. तथापि " भामापृ " म्हणून सामान्यतः ज्ञात असलेल्या या पद्धतीचा वापर विस्तृत प्रमाणात करण्यात आला आहे आणि मिलाव्याच्या व इतर अधातु खनिजांच्या निर्मात्यांनी या ना त्या कारणाकरिता कच्च्या द्रव्यात आढळणाऱ्या घटकांच्या पृथक्करणा-करिता ती वापरली आहे. " भामापृ " ही निमज्जन-व-तरंगण प्रक्रिया आहे व तिच्यात पाणी, बारीक दळलेले फेरोसिलिकॉन आणि मॅग्नेटाइट विनिर्देशित विशिष्ठ गुरुत्व येईपर्यंत मिसळून तयार केलेल्या माध्यमामुळे अनिष्ट हलक्या वजनाचे मिलाव्यातील घटक तरंगायला लागतात आणि इष्ट असणारे जड भाग खाली बसतात, आणि वापरण्याकरिता त्यांचे पुनःप्रापण करण्यात येते. ' भामापृ ' उपकरणाचे अनेक प्रकार उपलब्ध आहेत व त्यात फक्त गौण तपशिलात फरक असतो. मुख्य तत्वांच्या बाबतीत ते एकसारखे असतात आणि मुख्यत्वेकरून खालीलप्रमाणे काम करतात.

भारी माध्यम पृथक्करणापूर्वी प्राथमिक वर्गीकरण करून आणि धुवून पोषकावर सामान्यतः प्रक्रिया केली जाते. उपचार करावयाचा विशिष्ठ आकार अगर अनेक आकार पृथक्करण-भांड्यात जे कोनाकृति (आ. ८१) परिभ्रामी डोल अगर सर्पिल विलगक (आ. ८२) असू शकते, त्यात टाकण्यात येतात. पुरेशी घनता असलेला गारा आक्षेपार्ह द्रव्य काढून टाकण्याकरिता यंत्रातून फिरतो आणि संपूर्ण निमज्जन-आणि-तरंगण प्रक्रिया त्या भांड्यात घडते. निमज्जन-आणि-तरंगण पदार्थ सतत पृथःकरण-भांड्यावरच्या बांधावरून अगर ओष्टावरून काढून घेण्यात येतात आणि बुडलेले द्रव्य वरम्यांनी, उत्थापकांनी अगर योग्य प्रकारच्या वायु-उत्थापनाने पुनः प्राप्त करण्यात येते. पोषकाचे भारी माध्यमातील

निमज्जन गुरुत्वाकर्षक पतनाने प्राप्त केले जाते. यंत्र चालू असताना गारा, योग्य घनता राखण्याकरिता, सौम्य प्रमाणात ढवळण्यात येतो.

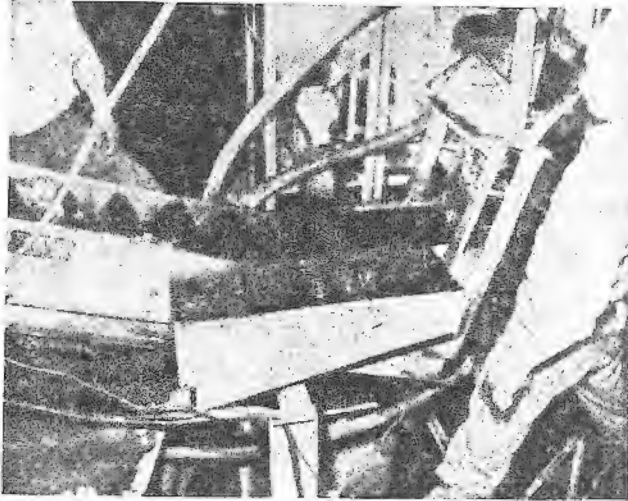


आ. ८१

कॉंक्रीट मिलाव्यांच्या परीष्करणाकरिता वापरण्यात येणाऱ्या नाळक्याच्या आकाराच्या भारी माध्यम पृथक्करण यंत्रणेची प्रयोग शाळेतील प्रतिकृति.
(१) पोषण नाळके (२) समायोजी स्पंदिनी पोषक (३) दंतशीर्ष चलित्र (४) पृथक्करण भारी माध्यम कोन (५) बुडालेल्या द्रव्याकरिता लागणारा वायु उत्थापक (६) धावन जल फवाऱ्याची तोटी (७) स्पंदनी चाळण (८) माध्यम निकासी हौद (९) धुण्याचा हौद (१०) न्हाणीतील पदार्थाचे मोड (११) बुडालेल्या पदार्थाकरता तोटी आणि (१२) बुडणारे व तरंगणारे पदार्थ अलग करण्याकरिता पडदा. PX-D-14811

निमज्जन-आणि-तरंगण भाग, भामापृ संयंत्रातून स्पंदन चाळणीतील विभाजित भागावर सोडले जातात. चाळणीवरील प्रारंभिक संचलनात भारी माध्यम गुरुत्वाकर्षणाने निःसारित होते आणि यंत्राकडे परत येते. प्रक्रिया केलेले द्रव्य चाळणीवरून पुढे जात असताना निमज्जन-आणि तरंगण पदार्थांना चिकटून राहणाऱ्या माध्यमातील ते भाग पाण्याच्या फवाऱ्याने निघून जातात. हे पदार्थ नंतर चाळणीवरून आपापल्यात साठ्याच्या क्षेत्रांच्याकडे प्रवणित केले जातात. धुतले जात असताना पातळ झालेले माध्यम,

माध्यमातील घनभाग पुन्हा प्राप्त करण्याकरिता चुंबकीय विलगकांवर सोडण्यात येते व नंतर ते घनिकारकाकडे नेण्यात येते. त्याच्यामुळे निर्जलीकरण होते आणि स्वच्छ केलेले



आ. ८२

परीष्करण मिलाव्याकरिता वापरण्यात येणाऱ्या सर्पिल प्रकारच्या भारी माध्यम पृथक्करण यंत्रणेची प्रयोग शाळेतील प्रतिकृति. पुढच्या बाजूस दाखविलेल्या बांधावरून हलक्या वजनाचे कण तरंगत ठेवून काढून टाकण्यात येतात. भारी माध्यम कुंडाच्या तळाशी भारी कण बसतात आणि ते सर्पिलाने पुन्हा प्राप्त करून माध्यम काढून टाकण्याकरिता पुन्हा धुण्यात येतात. PX–D–14646

माध्यम जरुर तेव्हा परिपथात परत पाठवण्याकरिता साठवले जाते. मामापृ प्रक्रियेवर नियंत्रण ठेवण्याच्या चांचणीपद्धतीची रूपरेखा पदसंज्ञा ४२ मध्ये दिली आहे.

(आ) द्रवचलित जिगने जलद धक्के देणे

राहिलेले द्रव्य आणि फुकट गेलेले द्रव्य यांच्या विशिष्ठ गुरुत्वातील फरकावर ही प्रक्रिया सुद्धा अवलंबून असते. कमी प्रतवारीच्या वाळू कंकरामधून काढून टाकता येण्याजोगे हानिकारक कण मुख्यत: कोळसा, चर्ट, लाकूड वालुकाश्म, चिकणमाती, खडू, शेल इत्यादींचे असतात. ह्या द्रव्यांचे विशिष्ठ गुरुत्व १.६ पासुन २.४ इतके व्यापक असते. पण चांगल्या दर्जाची वाळू व कंकराच्या विशिष्ठ गुरूत्वात सामान्यत: २.६ ते २.८ इतका फरक असतो.

द्रवचलित जिगमध्ये आडव्या दिशेने जवळजवळ सपाट असलेल्या मिलाव्याच्या थरातून सोडण्यात येणाऱ्या पाण्याच्या ऊर्ध्व स्पंदनाचा उपयोग करण्यात येतो. मिलाव्यातील हानिकारक आणि सुदृढ कणांच्या विशिष्ठ गुरुत्वातील तफावत, जसजसे द्रव्याचे तळावरुन संचलन होत जाते तसतसे मिलाव्यातील पाण्याच्या उर्ध्वस्पंदनाने द्रव्याचे स्तरीभवन होण्यास, पुरेशी असते. हलके द्रव्य बांधावरुन वाहून जाते आणि हलके आणि जड अशी दोन्ही द्रव्ये आपापल्या साचवण क्षेत्रांच्याकडे प्रवणित केली जातात. या प्रकारच्या उपकरणाच्या अल्प तौलनिक क्षमतेमुळे या उपकरणाचे सामान्यतः बहुविध संस्थापन करावे लागते.

इ) प्रत्यास्थ प्रभाजन

मिलाव्याच्या परिष्करणाच्या पद्धतीतील कार्यवाहीचे तत्व विशिष्ठ गुरुत्वाऐवजी प्रत्यास्थ गुणांकातील तफावतींच्यावर आधारलेले असते. यात कठीण सघन मिलावा जास्त लवचिक असतो आणि परिणामी नरम, सच्छिद्र मिलाव्यांच्या मानाने अधिक दाब देतो व या गुणाचा (या पद्धतीत) उपयोग केला जातो.

या पद्धतीने प्रक्रिया करण्यात येणारे मिलावे शीर्षोपरी नाळवयात सोडण्यात येतात. नाळवयातून ते पोषणाचा वेग नियंत्रण करणाऱ्या स्पंदनी पोषकात जातात आणि तेथून ते कलत्या दृढीकृत केलेल्या पोलादी पत्र्यावर पडतात. पोलादी पत्र्याच्या पतनाची उंची आणि नतिकोन यावर अवलंबून राहून, सघन, कठीण प्रत्यास्थ कण बऱ्याच अंतरापर्यंत उसळी मारतात. इच्छित दर्जाचा पदार्थ मिळविण्याकरिता पत्र्यापासून योग्य अंतरावर समायोजी कणग्या स्थानापन्न करण्यात येतात. समायोजी कणग्या बसवून परिष्कारक पदार्थ शुद्धतेकरिता लागणाऱ्या जवळजवळ कोणच्याही पदार्थाच्या विनिर्देशाशी जुळतील असे तयार करता येतात. अर्थातच व्यक्तिगत कणांच्या उसळीवर कणाच्या आकाराचा परिणाम होईल, आणि इष्ट द्रव्याच्या पुनः प्राप्तीत वाढ होण्याकरता सामान्यपणे मध्यवर्ती द्रव्याच्या पुनः परिसंचरणाची तरतूद केलेली असते.

७२. मिलाव्यांतील पृष्ठीय आर्द्रतेवरील नियंत्रण

मिलाव्यातील पृष्ठीय आर्द्रता निश्चित करण्याची दोन कारणे आहेत. पहिले वाटयाच्या वजनाची भरपाई करता येण्याकरिता, आणि दुसरे जलसिमेंट गुणोत्तर संगणित करता यावे म्हणून. अनेकदा आर्द्रता चांचण्या करण्याची खात्री येण्याकरिता प्रत्येक कारण पुरेशा महत्वाचे आहे.

परिशिष्टांतील पदसंज्ञा ११ त मिलाव्यातील पृष्ठीय आर्द्रता निश्चित करण्याची क्रियापद्धति दिली आहे. हंग्रीहॉर्स धरणावर तसेच अन्य प्रकल्पावर, वाळूच्या प्रमाण-नियंत्रकात एक विद्युत्-प्रतिरोधक उपकरण बसविले होते. आणि आर्द्रतांशातील फरक

निश्चित करण्याकरिता त्याचा यशस्वीपणे वापर करण्यात आला. कॉंक्रीटच्या मोठाल्या बांधकामावर विद्युत् प्रतिरोध पद्धतीने वाळूतील आर्द्रतांश निश्चित करावे असे आता निर्देशित करण्यात आले.

विनिर्देशांप्रमाणे प्रमाण–नियंत्रकात नेण्यात आलेल्या वाळूत योग्य प्रमाणात एकसमान आणि स्थिर आर्द्रतांश असला पाहिजे हे अवश्य असते. (वाळूतील पृष्ठीय आर्द्रतेत एक टक्का फरक झाल्यास कॉंक्रीटच्या अवपातात अंदाजे १½ इंच फरक पडेल.) उपयुक्त निःसारण सुविधांची तरतूद करून आणि निःसारणाकरिता पुरेसा कालावधी–किमान २४ तास–देऊन ही गरज पुरी करावी. प्रक्रिया संयंत्राजवळ वाळूच्या दोन अगर तीन ढिगांची योजना करण्याची गरज लागेल. जेथे तीन वापरण्यात येतात तेथे एकात ओली वाळू असते दुसऱ्यात निःसारणाची प्रक्रिया चालू असते आणि तिसऱ्यात निःसारण पुरे झालेले असते व तो (ढीग) वापरण्यास उपलब्ध होतो. योग्य ती स्थिरता असताना वाळूत किती प्रमाणांत आर्द्रता राहू शकेल हे, प्रतवारी, कणाचा आकार, पृष्ठीय पोत आणि साठवणाच्या प्रथा यांच्यावर सामान्यपणे अवलंबून असते.

७३ विशिष्ठ गुरुत्व

परिशिष्टातील ९ व १० या पदसंज्ञात विशिष्ठ गुरुत्व निश्चित करण्याच्या पद्धतींचे वर्णन केले आहे. कॉंक्रीट टाकले जात असताना, विशेषतः सुरवातीच्या टप्प्यात, आणि मिलाव्याच्या गुणधर्मात फरक झाला आहे अशी शंका येण्यास कारण घडले असताना जरुरीप्रमाणे इष्ट वाटतील तितक्या चांचण्या कराव्यात. सुरवातीच्या वायुधारित मिश्र–णाच्या अभिकल्पन संगणनात उपयोग करण्याकरिता आणि वायुचा अंश आणि वाट्यामधील प्रत्येक द्रव्याच्या प्रत्यक्ष मिळालेल्या राशींच्या निर्धारणाकरिता मिलाव्याच्या विशिष्ठ गुरुत्वाचे बिनचुक ज्ञान असणे महत्वाचे आहे.

७४ मिलाव्याच्या संकीर्ण चांचण्या

सेंद्रिय द्रव्य, २०० नंबरच्या चाळणीतून जाणारे द्रव्य, चिकणमाती आणि शेल यांच्या चांचण्या, जेव्हा विनिर्देशनांच्या पालनासंबंधी प्रश्न निर्माण होतो तेव्हा करण्यात येतात. कामाची प्रगती होत असताना करावयाच्या विशिष्ठ चांचण्या कामावरील परिस्थितीवर अवलंबून असतात आणि नियंत्रक अभियंत्यांनी त्या निश्चित कराव्यात. प्रतवारी, विशिष्ठ गुरुत्व, लॉस ऍंजेलिस अपघर्षण, शैलवर्ग विवरणात्मक गुणधर्म, अवशोषण, सोडियम सल्फेट समांगता परीक्षण, कॉंक्रीटच्या गोठण व वितळण चांचण्या, भारी माध्यम पृथःकर–णाच्या संभाव्य फायद्यांची निश्चिती आणि जरूर त्या अन्य चांचण्यांसह परिगणित केलेल्या चांचण्या, प्रथमतः डेन्व्हर प्रयोगशालात अन्वेषणाच्या कालात करण्यात येतात, आणि अहवालांच्या नकला प्रकल्पावर पाठविण्यात येतात.

७५ – विकत घेतलेला मिलावा

व्यापारी संयंत्रातून प्राप्त केलेल्या मिलाव्याच्या दर्जासंबंधीची विनिर्देशने आणि अशा द्रव्यांच्या परीक्षणांचे कार्य कामावर प्रक्रिया केलेल्या मिलाव्यावरील कार्यासारखेच असते.

७६ – सिमेंट

या विभागातील चर्चा, पोर्टलंड सिमेंट आणि पोर्टलंड-पोझोलान सिमेंट, या दोहीनाही लागू आहे आणि त्या दोन्हीचाही सिमेंट म्हणून नामनिर्देश करण्यात येईल. काही उदा- हरणात सूक्ष्म विभाजन केलेले पोझोलानी द्रव्य कॉंक्रीटमधील स्वतंत्र अंतर्वस्तु म्हणून वापरले जाते. खालील निवेदनातील काही निवेदने पोझोलानला लागू आहेत आणि काही लागू नाहीत हे लक्षात येईल. सिमेंट कामावर पाठवून देण्याला मान्यता देण्याच्या आधी मानकांच्या राष्ट्रीय कार्यालयात त्याची सामान्यत: चाचणी घेतली जाते. असे असले तरी अशी उदाहरणे घडली आहेत की जेथे कॉंक्रीटमध्ये अतिरिक्त निस्त्राव, असाधारण घट्टपणा, मंद पक्वता अगर कमी शक्ती निर्माण होण्याला सिमेंट हे कारण दाखविण्यात आले आहे. सिमेंटची कोणचीही असाधारण क्रिया घडल्यास मुख्य अभियंत्याकडे त्यासंबंधी तावडतोब निवेदने पाठवावी. तसेच त्याचवेळी सिमेंटचे एक पोते डेन्व्हर प्रयोगशाळेकडे पाठवावे आणि त्याचा नमुना भविष्यकालीन संदर्भाकरिता चिन्हांकित करून प्रकल्पावर परिरक्षित करून ठेवावा.

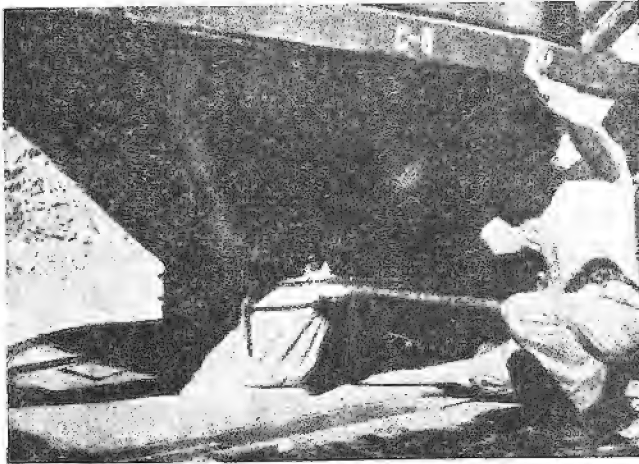
आभासी पक्वतेच्या खेरीज कणग्यांतून घेतलेल्या नमुन्यांवर सामान्यपणे चांचण्या घेण्यात येतात. सिमेंटच्या संयंत्रावर केवळ सरकारी उपयोगाकरिता आरक्षित केलेल्या कणग्यात सिमेंट भरण्यात येत असते. सिमेंट कारखान्यात सिमेंट असतानाच ते बाहेर पाठविण्यापूर्वी त्यातून सर्वात शेवटी नमुने घेऊन त्यात आभासी पक्वतेकरिता सामान्यत: चांचण्या केल्या जातात. ज्या कामावर कमीच सिमेंट लागते व जेव्हा ४५ ते ३०० पिपांच्या दरम्यान ही मागणी असते तेव्हा सिमेंट विनिर्देशनांच्या गरजा पुऱ्या करणारेच आहे असे उत्पादकाने दिलेले प्रशस्तीपत्र सामान्यत: मान्य केले जाते. अशा उदाहरणात ब्यूरोच्या विनिर्देशना- प्रमाणे प्रशस्तीपत्राबरोबर कारखान्यात घेतलेल्या चाचणीचा अहवाल ठेवावा लागतो. ह्या चांचणी अहवालात विनिर्देशित भौतिक आणि रासायनिक गरजा या सिमेंटमध्ये पुऱ्या झाल्या आहेत असे दर्शविणारी पुरेशी आधार सामुग्री असावी लागते. जेथे सामान्यत: ४५ पिंपापेक्षा कमी सिमेंट लागते अशा अगदी लहान कामावर सामान्यपणे चांचणीची अगर प्रशस्तिपत्रकाची जरूरी नसते.

अनेक उदाहरणात जेव्हा प्रकार I पेक्षा अन्य प्रकाराचे सिमेंट विनिर्देशित केलेले असते अगर जेथे "अल्प अल्कली" सिमेंटची गरज असते तेथे विशिष्ट कामाकरिता सिमेंट पुरवणाऱ्या सिमेंट कंपनीजवळ फक्त मानकाच्या राष्ट्रीय कार्यालयाने परीक्षा केलेले सिमेंट

असते. अशी स्थिती असेल तर, जरी तयार करणाराच्या प्रशस्ती पत्रकावरून सिमेंटचा स्वीकार करणे विनिर्देशनाप्रमाणे अनुज्ञात असले तरीही सिमेंट कंपनी थोड्या सिमेंटचे उत्पादन करण्याऐवजी चाचणी केलेल्या साठ्यातील सिमेंटच सामान्यतः पाठवून देईल.

कामावर सिमेंट आल्यावर त्यात दूषितीकरण अगर आर्द्रतेमुळे खडे झाले आहेत अगर कसे याचे निरीक्षण केले जाते. सुट्या सिमेंटमधील चुकून आलेल्या लोखंडामुळे मक्तेदारांची उतरुन घेण्याची उपकरणे गंभीरपणे खराब झाल्याची उदाहरणे आढळून आली आहेत. प्रत्यक्षात बरेचसे द्रव्य सिमेंट तयार करण्याच्या संयंत्रापासून येते; तथापि कधी कधी ते आगगाडीतून येते. जेव्हा चुकून आलेले द्रव्य आढळून येते तेव्हा निरीक्षकाने ते द्रव्य सुरक्षित ठेवावे, ज्या वाघिणीतून ते द्रव्य आले तिची नोंद करावी आणि त्या घटनेचा पूर्ण अहवाल सादर करावा. सिमेंटमधील असंबंधित द्रव्यापैकी काही प्रकारांच्यामुळे होणाऱ्या नुकसानीला सिमेंट उत्पादक जबाबदार असतो.

हाताळताना होणारी सिमेंटमधील घट आणि कामगारांना होणारा त्रास, ज्या कणग्यात व खळग्यात सुटे सिमेंट साठवले जाते त्यांच्या द्वारावर ठेविलेल्या प्रभावी धुलि-संग्राहकांचा उपयोग करून थांबविता येतो. सिमेंटच्या ट्रकमधून सिमेंट खळग्याकडे वाहून नेत असताना होणारी घट आ. ८३ मध्ये दाखविलेल्या योजनेसारखी योजना वापरून कमी करता येते.



आ. ८३

ॲरिझोनातील, ग्लेन कॅनिऑन धरणावरील सिमेंट साठवणाच्या हौदावरील नाळक्यात परिवहन ट्रकमधील सिमेंट सोडण्याकरिता वापरण्यात येणारा जोड. ह्या योजनेमुळे सिमेंटमध्ये कमीत कमी घट आली. P 557-420-04599

जेव्हा सिमेंटचा पुरवठा पोत्यांतून करण्यात येतो तेव्हा पोत्यांची वजने मानक विनिर्देशनासी जुळणारी आहेत अशी रास्त खात्री होण्याकरिता पुरेशा प्रमाणात चाचणी वजन करण्यात येते ह्या विनिर्देशनात अशी तरतूद केलेली असते की विनिर्देशित वजनापेक्षा जेव्हा पोत्याचे वजनात ५ टक्क्यापेक्षा जास्त फरक पडतो (दर पोत्यास ९४ पौंड निव्वळ वजन) तेव्हा अशा पोत्याचा स्वीकार करू नये, आणि जर कोणत्याही पाठवणीतील यादृच्छिकपणे घेतलेल्या ५० पोत्यांचे सरासरी वजन विनिर्देशित वजनापेक्षा कमी असेल तर त्या संपूर्ण पाठवणीचा स्वीकार करू नये. विनिर्देशित वजनाच्या गरजात होणाऱ्या तफावतीच्या नोंदी, सिमेंटकरिता देण्यात येणाऱ्या पैशांचा हिशोब पुरा करण्याकरिता आधार म्हणून उपयोगी पडतात.

साठवणाच्या प्रतिकूल परिस्थितीमुळे पोत्यातील सिमेंट खराब होण्याची शक्यता कमी करण्याकरिता कामावर येणारे सिमेंट कालक्रमानुसार मक्तेदाराने वापरले पाहिजे असे विनिर्देशन असते. जेव्हा आदेश देण्यात येतील तेव्हा खुल्या साठवणाच्या कणग्या मोकळ्या व स्वच्छ केल्या पाहिजेत, अशी विनिर्देशनविहित आवश्यकता असते. पण अशा क्रिया सामान्यपणे ४ महिन्यापेक्षा कमी कालावधीत करण्याची जरूरी नसते. सिमेंटची मागणी करताना नैमित्तिक काम-बंदी सारख्या कालात जेव्हा सिमेंट लागणार नाही अशी अपेक्षा असते तेव्हा त्या कालाचाही योग्य विचार करावा म्हणजे गरज नसलेल्या पूर्वाविशिष्ठ साठ्या-मधील व साठवणातील संभाव्य खराबी टाळता येते. सिमेंटमध्ये खडे होणे अगर काँक्रीट-मधील शक्ती कमी होणे या चिन्हांवरून ही खराबी दिसून येते. (जर शक्तीतील तफावत अन्य कारणामुळे झाली आहे असे माहीत नसेल तरच वरील विधान लागू आहे.) खराबी करिता डेन्व्हर प्रयोगशाळांत करण्यात येणाऱ्या चांचण्यात, विशिष्ठ-पृष्ठ-निश्चिति, ३२५ जाळीच्या चाळणीतून जाणारी टक्केवारी, शक्ती आणि जरूर असलेल्या अन्य चांचण्यांचा समावेश होतो.

साठवणात सिमेंटची खराबी झाल्याचा पुरावा हाती आला असताना त्याचा एक पोते-भर नमुना चांचणीकरिता डेन्व्हर प्रयोगशाळांत पाठवावा.

मोठाल्या भारी काँक्रीटच्या कामावर उच्च तपमानात सिमेंट आणि पाण्यामधील प्रति-क्रियेचा वेग वाढत असल्याने आणि आभासी परिपक्वतेची शक्यताही वाढत असल्याने सिमेंटच्या तपमानाला महत्व असते. आभासी पक्वता आणि त्याबरोबर होणारी अवपात हानी आणि वाढते संकुचनी चिराळणे यांचा संबंध, कामावर अति उच्च तपमान असताना आणलेल्या काही सिमेंटांच्याशी, जोडला जातो. साठवणाच्या परिस्थिती, वर्षातील ऋतुमान आणि सिमेंट तयार होऊन झालेल्या कालावधीवर सिमेंटचे तपमान अवलंबून असते. जेव्हा सिमेंटच्या कार्यातील तपमान हा एक घटक होण्याचा संभव असतो तेव्हा सिमेंटच्या तप-मानांची नोंद करावी लागते.

सिमेंट बाहेर पाठवून देण्याच्या आधी सिमेंटचा कारखानदार सामान्यपणे त्यातील आभासी पक्वतेची चांचणी जरी प्रथम घेत असला तरी कधीकधी सिमेंटची चांचणी प्रकल्पावर घेणे इष्ट असते. परिशिष्टातील पदसंज्ञा ८ मध्ये तिच्या क्रियापद्धतीचे वर्णन केले आहे.

संरचना जोडाच्या गाराभराईकरिता वापरले जाणारे सिमेंट अतिबारीक जोडात शिरकाव करू शकेल इतके सूक्ष्म आणि जोड भरण्यापूर्वी जोडाचा संच बंद होणार नाही इतके सावकाश परिपक्व होणारे असावे. जरी प्रकार IV चे सिमेंट वापरता येत असले तरी सामान्यपणे प्रकार II चेच सिमेंट ह्या कामाकरिता वापरण्यात येते. क्र. २०० जाळीच्या चाळणीतून किमान ९८ टक्के तरी सिमेंट गेले पाहिजे. क्र. १०० जाळीच्या चाळणीतून सर्वच्या सर्व गेले पाहिजे. ब्यूरोच्या धरणातील संकुचन–जोडांची गाराभराई कामांच्या जागावरील जरुरीप्रमाणे चाललेल्या अगर वायुवियोजनित सिमेंट वापरून सामान्यतः करण्यात आली आहे. गेल्या काही वर्षातील (सिमेंट) तयार करण्याच्या क्रियापद्धतीत झालेल्या सुधारणामुळे, सूक्ष्मतेची गरज पुरी होईल असे वायु–वियोजनित सिमेंट अनेक गिरण्यामधून आता मिळणे शक्य झाले आहे. हंग्री हॉर्स धरणावर गिरणीतून आणलेले प्रकार II चे वायुवियोजनित सिमेंट वापरण्यात काहीही अडचणी अनुभवास आल्या नाहीत पाठवणीत उघडे पडण्याच्या अगर गुदामात साठविले असतानाच्या कालात सिमेंटचे जलयोजन होऊ नये म्हणून ते जलरोध पोत्यात पॅकबंद केले होते.

७७. पाणी

कॉंक्रीटच्या मिश्रण आणि मुरवणाकरिता लागणाऱ्या पाण्याच्या दर्जाविषयीच्या गरजांची आणि अशा गरजांच्या उद्देशांची १९ व्या व ४३ व्या विभागात चर्चा केली आहे. पाण्याचा नमुना घेण्याच्या क्रिया पद्धती परिशिष्टाच्या ३ ऱ्या पदसंज्ञेत आढळून येतील. बांधकाम सुरु झाल्यावर आणि पाण्याच्या एक अगर अनेक जागा प्रस्थापित केल्यानंतर नाल्यातील असाधारण प्रवाहामुळे तरंगत्या द्रव्यांच्या अतिरिक्त राशींच्यामुळे पाणी दूषित झाले असेल अगर सुक्या मोसमात विद्राव्य द्रव्यांचे आक्षेपार्ह संकेंद्रण झाले असेल तर तशी परिस्थिती सोडून एरव्ही पाण्याची चांचणी आणि निरीक्षण नियमितपणे करण्याची आवश्यकता नाही. पाणी स्वच्छ असेल व त्याची चव खारट अगर लवणयुक्त नसेल तर ते तपासण्याची जरुरी नाही.

७८. संमिश्रणे

२० व्या आणि ४२ व्या विभागात संमिश्रणाविषयी चर्चा केलेली आहे. साठवण केलेल्या कॅल्शियम क्लोराइडचे आर्द्रता व दमट हवेपासून संरक्षण करणे महत्वाचे आहे. हे संमिश्रण वजनाने सिमेंटच्या २ टक्क्यापेक्षा जास्त प्रमाणात असू नये. सामान्यपणे एक टक्का पुरेसे होते. मिश्रणात घालण्यापूर्वी मिश्रक–पाण्यापैकी थोड्या पाण्यात कॅल्शियम

क्लोराइड विरघळावे कारण बिन विरघळलेल्या खरपुड्यामुळे अगर गोळ्यांमुळे कॉंक्रीटची तीव्र प्रमणात खराबी होते. कॉंक्रीटमधील वायु-अंश निश्चित करण्याकरिता कॉंक्रीटचे काम चालू असतेवेळी वायुधारक द्रव्याचा वापर करताना किमान दररोज चाचण्या कराव्या लागतात. इष्ट मर्यादांत द्रव्याचा अंश राहण्याकरिता जरुरीप्रमाणे त्याची मात्रा समायोजित करावी लागते. ब्युरोच्या कामावर धारित वायूचा अंश भारी कॉंक्रीटमध्ये किमान २ टक्क्यापासून ज्यात मिलाव्याचा कमाल सामान्य आकार अर्धा इंच आहे अशा कॉंक्रीटमध्ये कमाल ७ टक्क्यापर्यंत असतो. (प्रकरण III मधील १४ वी सारणी पहा.) उष्ण हवेत कॉंक्रीटचे काम चालू असताना तपमानाचा परिणाम कमी व्हावा व आभासी पक्वतेकडे होणारी प्रवृत्ती कमी व्हावी म्हणून पक्वतेला विलंब लावणारी मुख्यतः विलंबी द्रव्ये वापण्यात येतात. अनुभवावरून जर विलंबकाचा परिणाम दिसून आला नाही तर कॉंक्रीटचा पक्वता कालावधी आणि त्यातील इतर गुणधर्मावर होणारे त्याचे परिणाम निश्चित करण्याकरता चांचण्या करीपर्यंत वापरण्यात येत असलेल्या द्रव्यासह आणि मिश्रणांच्यासह प्रस्तावित विलंबी द्रव्याच्या नमुन्याची चांचणी करावी. परिशिष्टातील ४१ व्या पदसंज्ञेशी अनुरूप अशा चांचण्या कराव्या.

आ - कॉंक्रीटच्या मोठाल्या कामाकरिता लागणाऱ्या प्रमाण-नियंत्रण आणि नियंत्रणांच्या सुविधा.

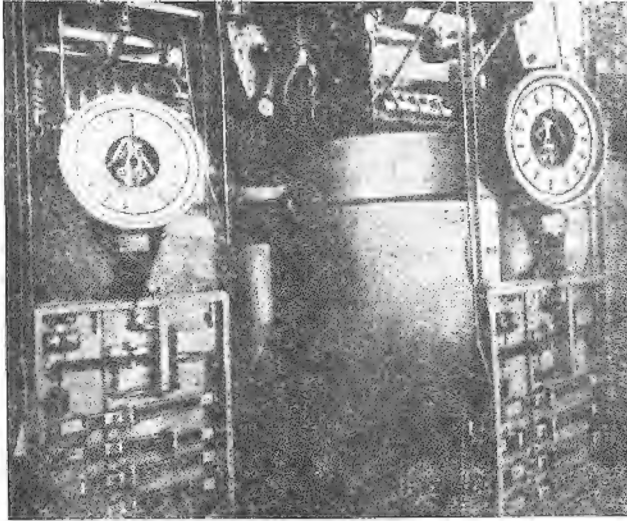
७९.–वजनी विरुद्ध राशी प्रमाण-नियंत्रण

मिश्रणांतील प्रमाणे राशीत देणे आणि राशींच्या प्रमाणे द्रव्यांचे प्रमाण-नियंत्रण करणे बरेचसे सोडून देण्यात आले आहे व त्या ऐवजी वजनी पद्धत पसंत करण्यात येत आहे. एका घनयार्डातील सघन दाणेदार द्रव्याची राशि ही अनिश्चित राशि असते. सुट्या अवस्थेतील ओलसर वाळूच्या राशीचे वजन तितक्याच सुक्या सघन वाळूच्या राशीच्या वजनापेक्षा किती तरी कमी असते. या उलट एक टन वजनाचा मिलावा ही एक निश्चित राशि असते व तिच्या बाबतीत काटेकोरपणा असावा म्हणून फक्त आर्द्रतांशाची उपाधी द्यावी लागते. तसेच कॉंक्रीटमधील प्रत्येक अंतर्वस्तुच्या वजनाचा कॉंक्रीटमध्ये ते द्रव्य जी भरीव जागा व्यापून राहते त्या जागेशी विशिष्ठ गुरुत्वातून प्रत्यक्ष संबंध केलेला असतो. प्रमाण–नियंत्रणात वजनी पद्धत वापरण्याने अचूकता, लवचिकता आणि सुलभता प्राप्त होते.

८०. प्रमाण–नियंत्रक उपकरणें

(कामावर) बसविण्यात येणाऱ्या प्रमाण–नियंत्रक उपकरणाचे आरेख व वर्णन मक्तेदाराने सादर करणे आणि उपकरणास प्रारंभिक मान्यता देणे यांची आवश्यकता मिलाव्यावर प्रक्रिया करण्याच्या व हाताळण्याच्या उपकरणांना लागू होणाऱ्या विभाग ६४ मधील आवश्यकतांच्या सारख्याच असतात.

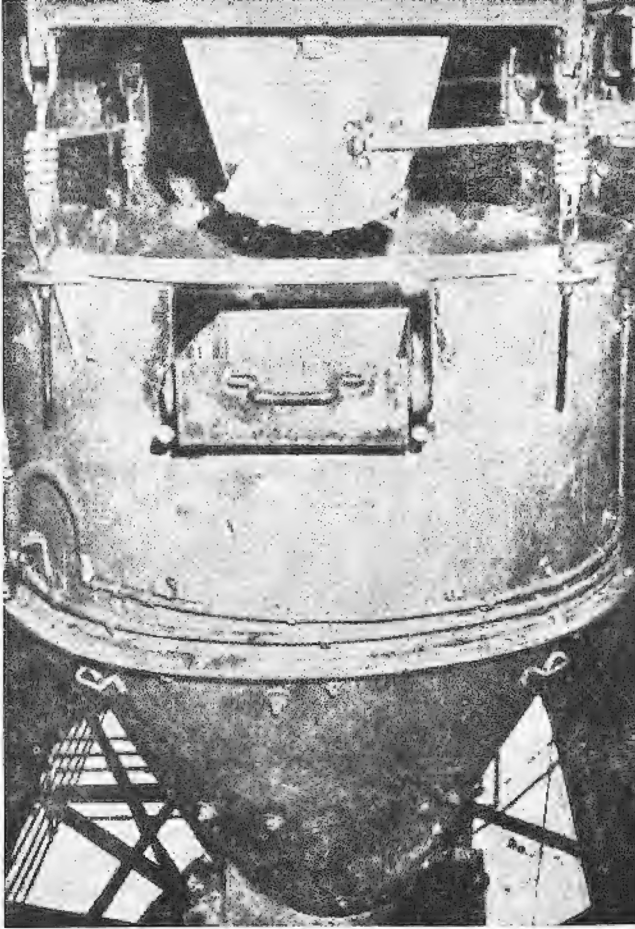
कॉंक्रीटच्या अंतर्वस्तूंचे बिनचूक आणि जलद वजन करण्याकरिता सुधारित उपकरण, मोठाल्या धरणात शीघ्र गतीने टाकण्यात येणाऱ्या कॉंक्रीटच्या सुविधांच्याशी सुसंगत राहण्याकरिता, विकसित करण्यात आले आहे. कार्यवाहीत कमाल सुलभपणा आणि कार्य-क्षमता, मिश्रणातील साधी निवड आणि प्रामाणिक वाटा-नियंत्रण यांच्या व्यक्तिगत गरजा पुऱ्या करणारे इलेक्ट्रॉनिक नियंत्रकांचे पुष्कळ प्रकार उपलब्ध आहेत. ग्रँडकूली धरणावर बसविलेल्या अनेक मिश्रक संयंत्रापैकी एकावर वापरण्यात आलेल्या प्रमाण-नियंत्रक उपकरणाचा एक भाग आ. ८४ त दाखविला आहे. (त्यातील) दोन तराजू दोन आकारांच्या मिलाव्याचे वजन करण्याकरिता आहेत. प्रत्येक तराजूच्या पेटीत सरक संतुलक असलेल्या पाच काटदांड्या बसविल्या आहेत हे लक्षात घ्यावे. कॉंक्रीटमधील प्रत्येक अंतर्वस्तूकरिता केलेल्या ह्या योजनेमुळे पाच निरनिराळ्या मिश्रणांपैकी कोणच्याही एका मिश्रणास लागणारी भिन्नभिन्न द्रव्ये, बटन दाबून, एकाचवेळीं वजन करता येतील अशा प्रकारे तराजू लावून घेणे शक्य होते. प्रत्येक तराजू-पेटीच्या वरच्या डाव्या बाजूच्या कोपऱ्यात एकाने तीव्र गतीने होणारे प्रारंभिक पोषण बंद करण्याकरिता आणि दुसऱ्याने अंतिम ठिबकणारे पोषण बंद करण्याकरिता असे दोन मरकॉइड स्विच ठेवले असल्याचे



आ. ८४

वॉशिंग्टन संस्थानातील ग्रँडकूली धरणावर मिश्रक संयंत्राकरता वापरलेले प्रमाण-नियंत्रक उपकरण. मिश्रक संयंत्राच्या एका मजल्यावर प्रमाण-नियंत्रक सामान्यतः बसविलेले असते. PX-D-38758.

दिसून येईल. त्यांच्या लगेच खाली असलेल्या लांब संतुलक दांडीच्या हालचालीमुळे हे स्विच चालू होतात. असे उपकरण मक्तेदाराने पुरविलेले व चालू केलेले असते आणि हे कार्य विनिर्देशांच्या अनुरूप संतोषजनक होणे ही मक्तेदाराची जबाबदारी असते.

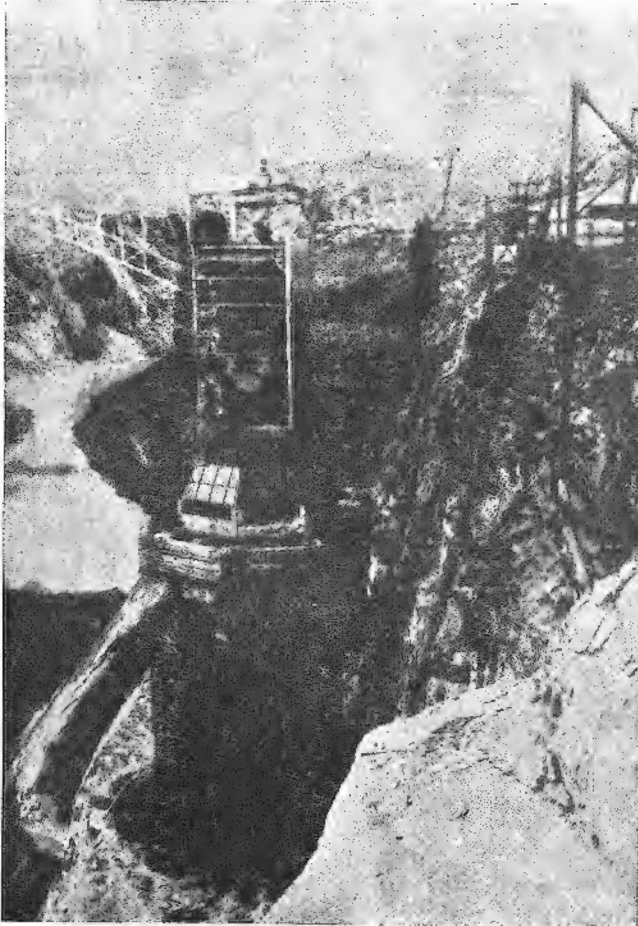


आ. ८५

मिश्रक संयंत्राच्या जवळील प्रमाणनियंत्रकातील मिलाव्यातील नमुने घेण्याची बारडी. नमुने सुलभतेने काढून घेता यावे म्हणून बारडी रूळावर बसविलेली आहे.

P X – D – 25253

ब्युरोच्या मोठाल्या काँक्रीटच्या धरणावरील विनिर्देशांप्रमाणे काँक्रीटच्या प्रत्येक वाट्यामध्ये लागणारे सिमेंट, पोझोलान, वाळू आणि भरड मिलाव्याचा प्रत्येक आकार, हे स्वतंत्रपणे वजन करावे लागतात. पाणी आणि संमिश्रणे स्वतंत्रपणे वजन करावीत अगर मापाने मोजावीत. कणग्या आणि वाटा नाळक्याच्या अगर वाटा–नाळकी आणि मिश्रकांच्या

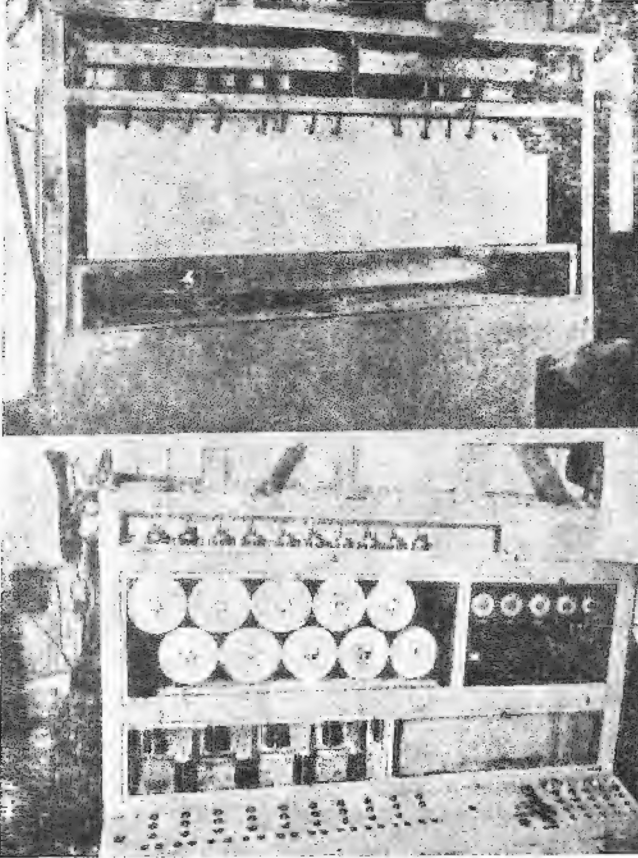


आ. ८६

ॲरिझोनातील ग्लेन कॅनियॉन धरणावरील काँक्रीटचा प्रमाण-नियंत्रक आणि मिश्रण संयंत्र बसविले जात असताना. P557–420–04447

दरम्यानच्या प्रस्तावी प्रवाहामधून काँक्रीटच्या अंतर्वस्तूंचे नमुने सहजपणे घेता येतील अशा सोयीस्कर सुविधांची तरतूद मक्तेदारास करावी लागते. वजन करणाऱ्या नळकांड्यात पडणाऱ्या मिलाव्यांचे नमुने घेण्याची योजना आ. ८५ मध्ये दाखविली आहे.

प्रत्येक तोलन संच शून्यापासून पूर्ण क्षमतेपर्यंत वजन घेण्याच्या कामी कोणत्याही टप्प्यातील मापन-भार नोंद करील व तो सहज दिसेल अशा स्प्रिंगरहित तबकडीने सुसज्ज



आ. ८७

मोंटाना येथील हंग्री हॉर्स धरणावरील मिश्रण संयंत्राचे नियंत्रक फलक (खालचे दृश्य) आणि नोंदणी तक्ता (वरचे दृश्य) P 447-D-20638

केलेला असावा. पूर्ण क्षमतेच्या तबकड्या, नाळकी योग्य तऱ्हेने भरली जात आहेत एवढेच दाखवीत नाहीत तर, ती नाळकी पूर्णपणे रिकामी झाली आहेत हे तितकेच महत्त्वाचे कार्य दाखवितात. या शिवाय चापकरणामुळे अडकून घट्ट बसल्यामुळे गळती असणाऱ्या द्वारे अगर झडपांमुळे नाळक्यात गंज चढल्यामुळे अगर तशाच अन्य कारणानी द्रव्याच्या प्रवाहात निर्माण होणाऱ्या अनियमितपणाचे स्वरूप व व्याप्तीही ह्या तबकड्यांच्या योगे माहीत होते.

ग्लेन केनियॉन धरणावरील कॉंक्रीटच्या प्रमाण–नियंत्रकाचे आणि मिश्रण संयंत्राचे दृश्य आ. ८६ मध्ये दाखविले आहे. वाटे करण्याच्या कणग्यांच्यावर. अंतिम चाळणाकरिता, टांगत्या चाळण्या बसविल्या आहेत. कणग्यांच्या बाहेरच्या बाजूस बसविलेल्या प्रशीतन संचाने मिलावे थंड करण्यात येतात. ह्या संयंत्रात स्वयंनियंत्रित द्रवचलित वाटे करण्याच्या दरवाजातून ४ घ. यार्डाच्या सहा मिश्रकांना पुरवठा होतो. वजन दाखविणाऱ्या तबकड्या, नियंत्रक पॅनेल्स आणि नोंदणी उपकरणे, नियंत्रण खोलीत सोयीस्कर जागी बसविली आहेत.

स्वयंचलित प्रमाण–नियंत्रक आणि नोंदणीच्या उपकरणात केलेल्या सुधारणा हंग्री हॉर्स धरणावरील मिश्रण संयंत्रात समाविष्ट केल्या आहेत. मापाच्या तबकड्या आणि नोंदक आ. ८७ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे नियंत्रण पेटीत सोयीस्करपणे बसविले आहेत. संयंत्र पूर्णपणे स्वयंचलित होते आणि संवरक खुंटी फिरवून कोणच्याही वेळी अनेक मिश्रणांपैकी कोणच्याही एकाचे प्रमाण नियंत्रण करता येई.

टाकलेल्या कॉंक्रीटचे तपमान खाली आणण्याकरिता मिश्रण जलाचा भाग म्हणून बर्फाचा वापर वाढत्या प्रमाणात करण्यात येत आहे. वितळत असताना, बर्फ दर पौंडास ऊष्णतेचे ब्रिटिश एकक १४४ (बी. टी. यू.) अवशोषण करतो; मिश्रणाचे तपमान कमी करण्यात शीत मिलावा अगर शीत सिमेंटच्या मानाने दर एकक वजनास गार केलेले पाणी अंदाजे ४½ पट परिणामकारक असते. ग्लेन कॅनियॉन धरणावर उष्ण हवामानात कॉंक्रीट टाकत असताना आवश्यक असणारे तपमान ५० अंश (F) स्थिर राखण्याकरिता बर्फाचा वापर करावा लागला. मिलाव्याचे प्राक्शीतन करावे लागले. दर एकक राशीस वजनातील फरकामुळे आणि प्रस्रावनळी चोंदून जाण्याच्या प्रवृत्तीमुळे बर्फाचे पाण्यापासून स्वतंत्रपणे वजनी प्रमाण–नियंत्रण करणे श्रेयस्कर असते. ग्लेन कॅनियॉन धरणावर मिश्रक पाण्यात लागणारा बर्फ १२ प्रशीतन संचाना पुरविला होता. बर्फाचे पापुद्रे करणाऱ्या यंत्रात बर्फ घालण्यात आला व चिरडलेला बर्फ प्रमाण–नियंत्रक आणि मिश्रण संयंत्राकडे पट्टवाहका–वरून नेण्यात आला. अल्पकालाच्या मिश्रणात जेथे मिलाव्याचे भरपूर प्राक् शीतन केलेले असते तेथे बर्फ पूर्णपणे वितळला नाही तरी चालते. अशी (परिस्थिती) असली तर मिश्रणाला जादा वेळ द्यावा लागेल अगर बर्फाची राशि मिश्रण पाण्याच्या अंदाजी ३० टक्क्यापर्यंत असावी अशी मर्यादा घालावी लागेल.

ग्रँडकूली धरणावर हिवाळ्याच्या महिन्यात काँक्रीटमधील शक्तीत जलद वाढ होण्याकरिता सिमेंटच्या वजनाच्या एक प्रतिशत् कॅल्शियम क्लोराइड वापरले होते. मिश्रण पाण्याच्या काही भागात संमिश्रण विरघळण्यात आले होते व स्वतंत्र स्वयंचलित प्रमाण-नियंत्रकाने त्याचे प्रमाण नियंत्रित केले होते व मिश्रक-पाण्याच्या प्रवणिकेत ते सोडून दिले होते.

वायुधारक द्रव्याच्या प्रमाण-नियंत्रणाच्या पद्धती व उपकरणाची ८५व्या अनुच्छेदात चर्चा केली आहे.

८१. मापांची तपासणी

मक्त्यांतील विनिर्देशनास जुळणारे वजन करावयाच्या काँक्रीटमधील अंतर्वस्तू, अचुकतेच्या ठराविक मर्यादेत काम करणाऱ्या मान्य केलेल्या उपकरणाने, वजन केल्या पाहिजेत. योग्य तऱ्हेने याचे पालन होण्याची खात्री असण्याकरिता उपकरण वापरावयाच्या आधी आणि संरचनेच्या संपूर्ण कालावधीत मधूनमधून त्याची शासनाकडून तपासणी झाली पाहिजे. उपकरणाच्या अचूकतेच्या या मधून मधून करण्यात येणाऱ्या चाचण्या शासनाच्या प्रतिनिधीच्या देखत मक्तेदाराला कराव्या लागतात.

मक्तेदाराने पुरविलेली मानक चाचणी वजने उपकरणाची तपासणी करण्याकरिता वापरण्यात येतात. उपलब्ध असलेल्या चाचणी वजनाचा एकामागून एक वापर करुन मापाच्या तबकडीवरील माल मर्यादेच्या इतके एकूण वजन होईपर्यंत ती थोडी थोडी वाढवून भारीत करावी.

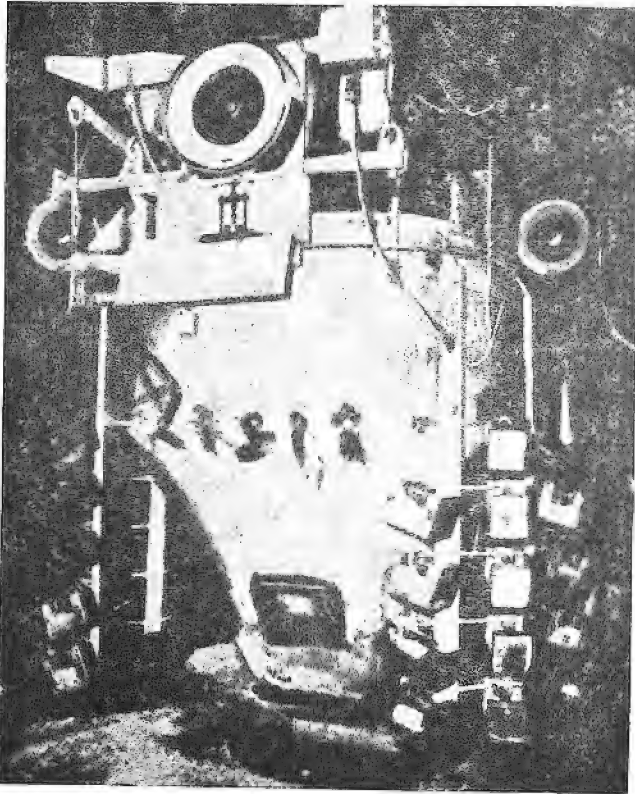
यांत्रिक रचना स्वच्छ नसल्याने अगर अन्य पदार्थांच्या अडथळ्यामुळे जर मापे योग्य रीतीने काम देत नाहीत असे आढळले तर कामातील आक्षेपार्ह परिस्थिती सुधारून घ्यावी.

मोठ्या संयंत्रावर प्रमाण-नियंत्रक संचाची चांचणी, मंचमापांच्या चांचणीच्या क्रिया–पद्धतीपेक्षा जास्त अंतर्ग्रस्त असते, कारण उपकरणात केवळ संपूर्ण पाळ्यांकाच्या तबकड्यांचा समावेश असतो एवढेच नव्हे तर स्वयंचलित पोषण आणि विलगक सुविधा आणि लेखाचित्रीय अभिलेखकांचाही समावेश असतो. प्रथमतः ताजव्यांच्या भारणाची अचूकता तपासणे व त्याचवेळी वाटा–वजन नोंदीची अचूकता निश्चित करणे ही सामान्य पद्धती असते. चांचणी वजन टांगलेले आहे असे नमुनेदार प्रमाण–नियंत्रक नाळके आ. ८८ मध्ये दाखविले आहे. तराजूचे अंशांकन करीत असताना आधारसामुग्रीच्या कोष्टकीकरणात वापरता येण्याजोग्या पद्धतीचे आ. ८९ मध्ये दिग्दर्शन केले आहे. परिचालकाच्या नियंत्रक तबकडीवरील पाळ्यांकांची नोंद केली जाते, कारण परिचालकाच्या नियंत्रण खोलीत वाटा–निर्धारण संवरक ठेविलेला असतो आणि तो भारक नाळक्यावरील तराजू आणि नियंत्रक पट्ट्यावरील सूचक तबकडी या दोन्हीही कार्यान्वित करतो. भारक नाळक्यावरील प्रत्यक्ष मापक वजने लेखाचित्रीय अभिलेखकास कार्यान्वित करतात.

प्रमाण नियंत्रणकार्यात भारक नाळक्यात द्रव्यांचे वजन करणे आवश्यक असते कारण कणग्यातून नाळके भरण्यात येत असते, आणि ह्या कारणाकरिता एका विशिष्ठ वेळी

कणगीची द्वारे बंद करण्याकरिता स्वयंचलित समयनिर्धारणाच्या उपायांची तरतूद केलेली असते. ह्या वाटा–भारण विलगकांच्या अचूकतेच्या मर्यादा विनिर्देशात प्रस्थापित केलेल्या असतात आणि म्हणून संयंत्राच्या संचालनाच्या काळात ह्या उपकरणाच्या बिनचुकतेच्या तपासण्या नियमित आणि व्यवस्थेशीरपणे करणे जरुरीचे असते.

विनिर्देशांप्रमाणे हे जरुरीचे असते की अशा उपकरणाकरिता संघीय विनिर्देश AAA–S–121 b मधील लागू असणाऱ्या आवश्यकतांशी भारण उपकरणे अनुरूप असली पाहिजेत, मात्र तराजूच्या क्षमतेपर्यंतच्या चाचणी वजनातील कोणत्याही वाढीकरिता लागणारी अचूकता ०.४ टक्क्याच्या आत असली तर ते संतोषजनक समजण्यात येते.



आ. ८८

वाटा–तराजूची तपासण्यांची नमुनेदार योजना. नाळक्यापासून चांचणी वजने लोंबत ठेवून तराजूंची चाचणी केली जाते. P 557-420-05353,

स्वमापी संयंत्र (Batching Plant,) मापकाची तपासणी

दिनांक ११-१-६० पाळी दिवसाची तपासनीस मॅक्डोनाल्ड

विनि.क्र. ७८-४८२५ संयंत्र कायम द्रव्य वाळू क्षमता, ५००० पौंड

प्रत्यक्ष पाचणी वजन, पौंड	च्या वर दर्शविलेले वजन, पौंडात.						वजन करणाच्या नाळक्यात मान्य होईल अशी चूक प्रत्येक वजनाच्या ०·४ प्रतिशत्
	चालकाने नियंत्रण करण्याची तबकडी		वाटपांची नोंद करणारा		वजन करण्याच्या नाळक्यावरील मोजपट्टीची तबकडी		
	पाठयांक	चूक,	पाठयांक	चूक.	पाठयांक	चूक,	
०	०	०	०	०	०	०	०
१००	१००	०	१००	०	१००	०	०
२००	२००	०	२२५	+२५	२००	०	१
३००	२९५	-५	३२०	+२०	३००	०	१
४००	३९०	-१०	४१०	+१०	४००	०	२
५००	४८५	-१५	५१०	+१०	५००	०	२
६००	५८५	-१५	६१५	+१५	६००	०	२
७००	६८५	-१५	७२०	+२०	७००	०	३
८००	७८०	-२०	८२५	+२५	८००	०	३
९००	८८०	-२०	९२०	+२०	९००	०	४
१०००	९८५	-१५	१०१०	+१०	१०००	०	४
११००	१०८५	-१५	११२०	+२०	११००	०	४
१२००	११९०	-१०	१२००	०	१२००	०	५
१३००	१२९०	-१०	१३००	०	१३००	०	५
१४००	१३९०	-१०	१४००	०	१४००	०	६
१५००	१४९५	-५	१५२०	+२०	१५००	०	६
१६००	१६००	०	१६१०	+१०	१६००	०	६
१७००	१७००	०	१७१०	+१०	१७००	०	७
१८००	१८०५	+५	१८२०	+२०	१८००	०	७
१९००	१९०५	+५	१९२०	+२०	१९००	०	८
२०००	२००५	+५	२०२५	+२५	२०००	०	८
२१००	२११०	+१०	२१२५	+२५	२१००	०	८
२२००	२२१०	+१०	२२२५	+२५	२२००	०	९
२३००	२३१०	+१०	२३२५	+२५	२३००	०	९
२४००	२४१०	+१०	२४१०	+१०	२४००	०	१०
२५००	२५०५	+५	२५२०	+२०	२५००	०	१०
२६००	२६०५	+५	२६२५	+२५	२६००	०	१०
२७००	२७००	०	२७२५	+२५	२७००	०	११
२८००	२७९५	-५	२८२०	+२०	२७९५	-५	११
२९००	२८९५	-५	२९२०	+२०	२८९५	-५	१२
३०००	२९९०	-१०	३०२०	+२०	२९९५	-५	१२
३१००	३०८५	-१५	३११०	+१०	३०९५	-५	१२
३२००	३१८०	-२०	३२१०	+१०	३१९५	-५	१३
३३००	३२८०	-२०	३३१०	+१०	३२९५	-५	१३
३४००	३३८०	-२०	३४१०	+१०	३३९५	-५	१४
३५००	३४८०	-२०	३५१०	+१०	३४९५	-५	१४
३६००	३५८५	-१५	३६१०	+१०	३५९५	-५	१४
३७००	३६८५	-१५	३७१०	+१०	३६९०	-१०	१५
३८००	३७८५	-१५	३८१०	+१०	३७९०	-१०	१५
३९००	३८८५	-१५	३९१०	+१०	३८९०	-१०	१६
४०००	३९८५	-१५	४०१०	+१०	३९९०	-१०	१६
४१००	४०९०	-१०	४११०	+१०	४०९०	-१०	१६
४२००	४१९०	-१०	४२१०	+१०	४१९०	-१०	१७

आ. ८९

प्रमाण–नियंत्रकाच्या तराजू तपासणीच्या आधार सामुग्रीची नोंद करण्याकरिता व संगणनांच्याकरिता वापरावयाचा एक नमुनेदार तक्ता. P X – D – 32763

कॉंक्रिटच्या वाट्याची (Batch) निश्चिती

दिनांक---२१-१७-६०------ पाळी--शुल्ती------ मिश्रण क्र.- ६-१-१६---- संवरक (Selector)- क्र.--३-----
कॉंक्रिटचे अभिकल्पन -भराव्या कॉंक्रिट करता---- दर वाट्यास घनयार्ड--४·०---------- ने संगणित केले---C.D.R.------
मिलाव्याचा कमाल आकार--६"---कमाल जल/सिमेंट + पोझोलान - ०·५१----कमाल अवपात.---२·०"----प्रतिशत् धरित वायु.--३·५---
सिमेंट द. घ. या. स पौंड -२१८--- पोझोलान द. घ. या. स. पौंड ९४- पाणी द घ. या. स. पौंड १७२- सिमेंट + पोझाच्या वजनाच्या प्रतिशत्-मदक -०·३०--

द्रव्ये	सिमेंट	पोझोलान	वाळू	३/४"	१½"	३"	६"	पाणी	बर्फ	W. R. A.	$CaCl_2$
प्रतिशत् मिलावा			२१	२२	२४	२२	१०				
लागणारे वजन (संपृक्त पृष्ठशुष्क)	७१२	३७६	२९६०	३२४०	३३१२	३३१२	१४३०	६८८			
प्रवाहातील दुरुस्ती			-२०२	+२२१	-१३	-८७	-३७				
दुरुस्त वजन			२८५८	३४६१	३२७९	३०२५	१३९३				
निव्वळ प्रतिशत् आर्द्रता		०·६	४·०	२·०	०·२	०	-०·२				
आर्द्रता, पौंड		२	११४	६९	७	०	-३	१८९			
वाटा वजन, पौंड	७१२	३७८	२९७२	३५३८	३२८६	३०२५	१३९०	२९८	११२	११	२८
नियंत्रक तबकडीवरील दुरुस्ती	+६	+१	-१०	०	+५	+३०	-४	+२	+३	०	०
नियंत्रित तबकडीचे आयोजन	७१८	३७९	२९६५	३५३८	३२९१	३०५५	१३८६	३००	११५	११	२८
वजन करण्याच्या नाळक्यावरील मोजपट्टी दुरुस्ती	-२	०	-५	-१५	-५	+५	-२	०	०	०	०
वजन करण्याच्या नाळक्यावरील मोजपट्टीवरील इच्छित पाठ्यांक	७१०	३७८	२९६७	३५२३	३२८१	३०३०	१३८८	२६८	११२	११	२८

आ. ९०

नियंत्रक तबकडी व वायु–विलगक लावून घेण्याकरिता आधारसामुग्री कोष्टकित करण्याचा एक नमुनेदार तक्ता. PX – D – 32764.

कॉंक्रिटच्या मिश्रणाच्या अभिकल्पनाची आधारसामुग्री

दिनांक – –१०–२४–६०– – – –

मिश्रण क्र. – – ६३१६ – – – – – – ज्या उपयोगा करता आलल्या कॉंक्रिट करता – – – ने संगणित केले – – D.W.P. – – – – – – – –

पाणी / (सि + पो) – – ०.५१ – – – – – – – – – – – – – – २ इंच अवपात ; ३.५% छवा यांच्यावर आधारित केलेले – – – – – – – –

सिमेंट द. घ. या. स पौंड – २९८ – – – – – – – – – – – – – पोझोलान द. घ. या. स. पौंड – ९४ – – – – – – – – – – –

सिमेंटचा वजनाने $CaCl_2$ ची टक्केवारी, – – – – – – – – – सिमेंट + पोझोलानच्या वजनाने W. R. A ची टक्केवारी, – – – – – – – –

द्रव्ये	सिमेंट	पोझोलान	पाणी	वाळू	क्र.४ ते ३/४"	३/४" ते १ १/२"	१ १/२" ते ३"	३" ते ६"	वायू
वाटचांची वजनं,	२९८	९४	२०२	७४०	८२०	८४८	७७८	३५५	– –
प्रमाण–प्रतिशत्,	– –	– –	– –	२१	२३	२४	२२	२०	३.५
विशिष्ठ–गुरुत्व	३.१६	२.३७	१.००	२.६१	२.६१	२.६२	२.६२	२.६३	– –
एकक वजन,	१९६.८७	१४७.६५	६२.४	१६२.६०	१६२.६०	१६३.२३	१६३.२३	१६३.८५	– –
आयतन,घन फूट,	१.००६	०.६३७	३.२३६	४.५४८	४.९८७	५.१९७	४.७६४	२.१६६	०.९४५

एकक वजन, – –१४७९६– – –

आ. ९१

कॉंक्रीटच्या मिश्रणाच्या अभिकल्पनाची आधारसामुग्री नोंदण्याचा नमुनेदार तक्ता.

P X – D – 32765

विनिर्देशात असेही अनुबद्ध केलेले असते की पोषणातील आणि वजनातील (तराजू) संयुक्त चुका विनिर्देशित मर्यादांच्यापेक्षा जास्त असता कामा नयेत. ह्या मर्यादा वजन

पूर्वीच्या १० प्रलबारींचा उपयोगकरून कॉंक्रिटच्या प्रमाणी करणासी निश्चित करण्याकरता केलेली संगणनी

दिनांक ११-१७-६० O. W. M. ने संगणन केले

मिश्रण क्रमांक ६ I १६ L. D. R. ने तपासले

द्रव्य (१)	वाटपाचे वजन, पौंड (२)	चाळणीचा आकार (३)	टक्केवारी (४)	वजन, पौंड (५)	दुरुस्त वजन, पौंड (६)	वाटपाचे दुरुस्त वजन, पौंड (७)	दुरुस्ती (८)	संयुक्त पृष्ठशुष्क अभिकल्पित वजन (९)	वाटपाचे वजन, पौंड (१०)
वाळू	(+) २८०३	क्र. ४ वरून जाणारे	१००.०	२८६०	२८८०	(−)			
		क्र. ४ वर राहणारे	०.०	०	९०२	२९६२	(−) १५२	२९६०	२८५८
क्र. ४ ते ३/४"	२११२	क्र. ४ मधून जाणारे	२.१	१०२	०				
		क्र. ४ ते ३/४"	५२.१	२५११	३६११				
		३/४" वर राहणारे	४.०	२२१	८४	२२८६	(+) २४१	२२७०	२४८९
३/४" ते १½"	३३२१	३/४" मधून जाणारे	२.१	८२	२४२				
		३/४" ते १½"	९०.६	२५११	२५११				
		१½" वर राहणारे	७.४	२४५	४३२	३३७२	(+) [illegible]	३३९२	३३५१
१½" ते ३"	४५९१	१½" मधून जाणारे	४.४	१८२	२५६				
		१½" ते ३"	५३.४	२७५३	२७८३				
		३" वर राहणारे	४.२	२४८	४९८	३०४१	(+) ८०	३३३२	३०७५
३" ते ६"	४५०१	३" मधून जाणारे	८.१	४२१	९०८				
		३" ते ६"	९१.७	४२८८	४२८८				
		६" वर राहणारे	०.०	०	०	४५३६	(−) [illegible]	४५००	४५९३

स्तंभ २—पूर्वीच्या दिवसाच्या [illegible] दुरुस्त केलेले संयुक्त पृष्ठशुष्क वाटपाचे वजन— १० [illegible]

स्तंभ ३—५ च्या स्तंभातील— चाळणी पृथक्करणाच्या कार्यसूचित [illegible] (ए. एस. टी. आर. क्र. [illegible])

स्तंभ ८— दैनिक [illegible]—स्तंभ २ वजा स्तंभ ७— वाटा निश्चिती पत्रिकेतील ३ च्या खोळीत ही दुरुस्ती समाविष्ट करावी.

(L. F. 420-95)

(अ) जर दुसऱ्या स्तंभातील वजन ७ व्या स्तंभातील वजनापेक्षा जास्त असेल तर संयुक्त पृष्ठशुष्क अभिकल्पित वजनात (स्तंभ ९) दुरुस्ती (स्तंभ ८) मिळवावी. स्तंभ १० मध्ये ती समाविष्ट करावी.

(ब) जर २ च्या स्तंभातील वजन ७ व्या स्तंभातील वजनापेक्षा कमी असेल तर संयुक्त पृष्ठशुष्क अभिकल्पित वजनातून दुरुस्ती वजा करावी आणि १० व्या स्तंभात ती समाविष्ट करावी.

स्तंभ ९— वाटा निश्चिती पत्रिकेतील (L. F. 420-95) ओळ ४ आणि स्तंभ १० वरील (संयुक्त पृष्ठ शुष्क वजन) आणि स्तंभ १० (नवीन वाटा वजन) ह्यांची अनुक्रमे ओळ २ व ४ वर नोंद केलेली आहे ती दुसऱ्या दिवसाच्या पाळीसाठी करता समायोजित वाटा वजनाचे प्रतिनिधित्व करतात.

आ. ९२

स्वच्छ विलगनासाठी समायोजन करण्याकरिता वाळू आणि भरड मिलाव्याच्या वाटा–वजनाच्या संगणनाचा नमुनेदार तक्ता. PX – D 32766

करण्यात येणाऱ्या द्रव्याप्रमाणे बदलत्या असतात. अनुज्ञेय मर्यादेत असलेल्या चुकासुद्धा वजनाची पुढील आखणी करताना जर विचारात घेतल्या तर अधिक बिनचूक वाट्याची

मोजपट्टीवरील वजन आणि पोषणातील चूक

दिनांक ११-११-६० पाळी दुसरी तपासनीस L. M. M. कॉंक्रिटचे स्वयंचलित संयत्रक नोबल विनि. क्र. DC-४८२५

मिश्रण क्रमांक (१)	वाळा क्रमांक (२)	द्रव्य (३)	इच्छित वाटा-वजन, पौंड (४)	संचालकाचे–नियंत्रण तबकडी, पौंड: त्रुटि (५)	पक्व्लता (६)	वेधांक (७)	वजन करण्याचे नाळके-मोजपट्टीची तबकडी, पौंड: त्रुटि (८)	पक्व्लता (९)	मोजपट्टीवरील प्रत्यक्ष पाठ्यांक, पौंड (१०)	वाटा नोंदक वजन-पौंड (११)	पोषण चूक-स्तंभ ९ व १० मधील फरक (१२)	संयुक्त चूक स्तंभ ८ व १२ (१३)	विनिर्देशन मर्यादा स्तंभ ४ पट (१४) *
६-१-४६	५९	बर्फ	१९८	+२	१९४	१९५	०	१९२	१९३	२००	१	१	२
	६०								१९४	२००	२	२	२
	६१								१९३	२००	१	१	२
	६२								१९३	२००	१	१	२
६-१-४६	६३	पोझोलान	३७८	+१	३७९	३७७	०	३७८	३७३	३७२	५	५	६
	६४					३७८			३७०	३७३	८	८	६
	६५					३८२			३७६	३८०	२	२	६
	६६					३८०			३७५	३८०	३	३	६
६-१-४६	६७	सिमेंट	७९२	+६	७९८	७९८	-२	७९०	७८८	८००	२	४	१२
	६८					७९६			७९०	८००	०	२	१२
	६९					७९४			७८४	८००	६	८	१२
	७०					७९६			७८८	८००	२	४	१२
६-१-४६	७१	पाणी	३०७	+३	३१०	३१०	०	३०७	३०६	३०६	१	१	३
						३१३			३०८	३०६	१	१	३
						३०७			३०३	३०७	४	४	३
						३१२			३०५	३०६	२	२	३
६-१-४६	९२	वाळू	२८०.०९२		२८०.०९२		०	२८.०	२८.०	२८.८	०.८	०	१
	१३३		२८.०		२८.१			२८.०	२७.०	२६.०	१.०	१.०	१
	२३५		२८.०		२८.०			२८.०	२०.५	१४.०	०.५	०.५	१
	२१७		३०.५		३०.५			३०.५	३१.०	२२.७	०.५	०.५	१

* विनिर्देशन मर्यादा–
पाणी व बर्फ, १%, वाळू क्र. ४ ते ३/४" व ३/४" ते १½" २%
सिमेंट व पोझोलान, १½% १½" ते ३" व ३" ते ६", ३%

आ. ९३

पोषण आणि वजन करताना येणाऱ्या संयुक्त चुकीच्या निर्धारणाच्या आधार सामुग्रीचे कोष्टकीकरण करण्याचा एक नमुनेदार तक्ता.

PX – D – 32767

वजने प्राप्त करता येतात. सोयीसाठी, तराजूंची तपासणी होत असताना मिलाव्याकरिता ५०० पौंडाच्या अंतराने आणि सिमेंटकरता २५० पौंडाच्या अंतराने, लागणाऱ्या दुरुस्त्यांची पत्रकात नोंद करावी.

आ. ९० मध्ये दाखविलेली पद्धत, वाटा–विलगकावर इच्छित वजने लावण्याकरिता आधारसामुग्री कोष्टकित करण्यासाठी, वापरता येते. मूळचे मिश्रणाचे अभिकल्पन आणि वाटे केले जात असलेल्या मिलाव्याच्या प्रतवारीतील विद्यमान विचरण लक्षात घेऊन वाट्यांच्या वजनांचे संगणन करण्याकरिता आ. ९१ व ९२ चा उपयोग केला जातो. परि–चालकाच्या नियंत्रण-पट्टावरील तबकडीवरील इच्छित वजनाकरिता आणि भारण नाळक्या–वरील तबकडीवरची काम चालू असतानाच्या प्रत्यक्ष वजनांची चांचणी करण्याकरिता वाटा-विलगक लावून घेणे जास्त सोयीस्कर असते. नंतर आ. ९३ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे चांचणीतील आधारसामुग्री कोष्टकित करण्यात येते आणि विनिर्देशांचे परिपालन झाले आहे हे निश्चित करण्याकरिता ह्या कोष्टकावरून संयंत्रणाचे काम चालू असताना परिचालकाच्या नियंत्रण–तबकडीची आणि वाटा–अभिलेखकाची अचूकता निश्चित करण्याकरितासुद्धा हा नमुना वापरता येतो.

८२. लेखाचित्रीय अभिलेखक

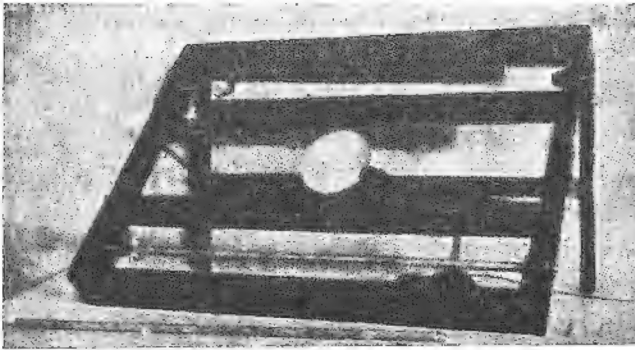
ब्यूरोच्या विनिर्देशांप्रमाणे मोठाल्या काँक्रीटच्या धरणाकरिता काँक्रीटमधील प्रमाण–नियंत्रक आणि मिश्रण करण्याकरिता संयुक्त स्वाक्षरित अभिलेखन–तक्त्यांचा वापर करणे अवश्य असते. प्रत्येक वाट्यामधील काँक्रीटकरिता आणि काँक्रीटच्या संघनतेकरिता मापन केलेल्या प्रत्येक स्वतंत्र द्रव्याच्या (मिश्रक पाण्याचा समावेश असलेल्या) राशीची, कागदाच्या एका रजिस्टरावर, अतूट दिसेल अशी नोंद अभिलेखकाला करावी लागते. अभिलेखन–टाक वाट्यांच्या कणगीतील निर्वाहित केले जाईपर्यंतचे वजन दाखवील अशा तऱ्हेने अभिलेखन यंत्ररचना अभिकल्पित करावी. ह्या रचनेमुळे वाट्यामध्ये काही जमा झाली असल्यास अगर अपुरा निःस्राव झाला असल्यास, तो अभिकल्पन रजिस्टरावर दाखविला जातो. सामान्यपणे १५ मिनिटांच्या अंतराने दिवसातील वेळेचीही नोंद करण्याची तरतूद केलेली असते.

काही अभिलेखन तक्ते फुटाइतके रुंद असतात व १५ टाकांच्या संचलनाची नोंद करू शकतात. १५ हलक्या टाकांच्याखेरीज समायोजी सीमा–रेषा टाक बसविलेले असतात. अभिलेखन उपकरणाचा एक मूल्यवान घटक हा आहे की, अभिलेखनाचे काम चालू अस–ताना श्रेणीकरण रेखा आणि पदसंज्ञा, एका कोऱ्या छिद्रे न पाडलेल्या कागदाच्या गुंडाळीवर छापता येतील अशी योजना त्यात केलेली असते, व त्यामुळे कारखान्यात रेघा मारलेल्या आणि छापलेल्या कागदाचे त्यांच्यातील न्यूनता वगळून फायदे मिळतात.

अभिलेखनाचे कार्य आणि समायोजनाची जबाबदारी मक्तेदारावर असते पण जर उपकरण बिनचूक काम देत नसेल अगर त्याची योग्य काळजी घेतली जात नसेल तर

निरीक्षकाने दोषांचा तावडतोब रिपोर्ट करावा. मार्गरेखा निर्धारण, संचलनाचा वेग, आणि कागदावरील ताण योग्य आहेत अशी खात्री देण्याकरिता आणि सुरकुत्या न पडाव्या म्हणून योग्य त्या साधनांचा या उपकरणात समावेश केलेला असावा. अभिलेखन-टाकाने काढलेल्या रेषा तीक्ष्ण आणि स्पष्ट दिसणाऱ्या असाव्या. सर्व वेळ शून्य–रेषा व शून्य–भार टाक योग्य स्थानावर आहेत आणि मक्तेदाराची माणसे त्यात शाई भरून ठेवत आहेत याकडे निरीक्षकाने लक्ष ठेवावे. प्रत्येक पाळीच्या सुरवातीस आणि शेवटी वाट्यांचा क्रमांक, संयंत्र चालकाचे नांव, वेळ आणि तारखेची नोंद करण्याकरिता आपल्या स्वतःच्या नांवाने अगर आद्याक्षरांनी अभिलेखन तक्ता योग्य प्रकारे चिन्हांकित करावा. तसेच शक्य असल्यास, संयंत्रावरील अनियमितपणा आणि विलंब यांच्या कारणांसारख्या नोंदी समजून घेण्यास मौलिक असलेल्या समर्पक अशा अन्य माहितीची नोंद केलेली असावी.

अभिलेखन रजिस्टरांच्या परीक्षणाने, वाटे मोजण्यातील चुका, निरीक्षकाने अगर परिचालकाने न नोंद केलेल्या चुका, तराजू लावून घेण्यातील चुका, मिश्रण वेळेतील अपुरेपणा आणि मक्तेदाराकडून वसूल करण्यात येणारे फुकट गेलेले सिमेंट, यासंबंधीची माहिती उघडकीस येते. आ. ९४ मध्ये दाखविलेल्या साध्या उपकरणाची अभिलेखन रजिस्टरांच्या परीक्षणास परिणामकारकपणे मदत होते.



आ. ९४

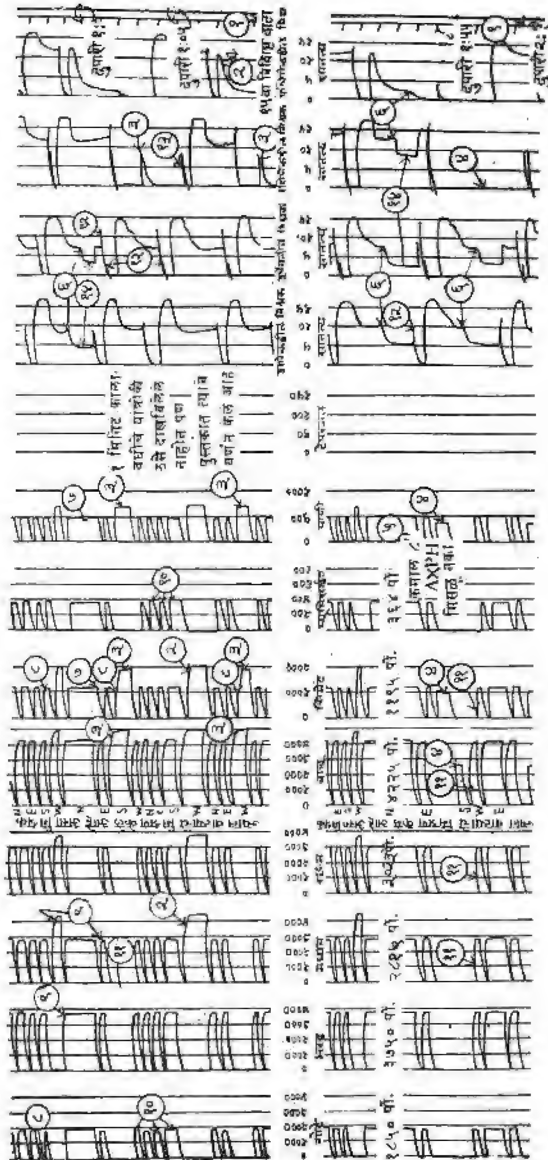
मिश्रण संयंत्रावरील अभिलेखन रजिस्टरांची तपासणी जलद व्हावी म्हणून वापरण्यात येणारी प्रकाशित चौकट P X – D – 32061

आ. ९५ हे फियांट धरणावरील मिश्रण संयंत्रणावर केलेल्या लेखाचित्रीय नोंदींच्या भागाचे सहास एकाइतके लहान केलेले पुनर्मुद्रण आहे. कोणच्या वाट्यांचे नमुने घेतले

आहेत हे तक्त्यावर दाखविण्याकरिता (पहा आ. ९५) कॉंक्रीटचे नमुना उपकरण तारेने घड्याळी यंत्ररचनेस बांधले होते. चाचणी नळकांडी तयार करण्याकरिता वापरलेल्या मापित अवपाताची आणि वाट्यावरच्या नोंदीची माहिती जेव्हा अभिलेखन रजिष्टरे नंतर तपासली तेव्हा त्या रजिष्टरांत समाविष्ट केली. खुलासा सहजरीत्या होण्याकरिता नोंदी आणि चिन्हे समाविष्ट करण्यात आली आहेत. नित्याच्या गोट्यांच्या मिश्रण क्र. AXPH पासून भिन्न असणाऱ्या वाट्यांचे संकेत ह्या चिन्हांत समाविष्ट केले आहेत. डावीकडून उजवीकडे तक्त्यावरून पाहिले असता मिलाव्याच्या पाच आकारांची मापाबरहुकूम निर्दशित केलेली वजने दिसून येतात, नंतर सिमेंटची, प्यूमिसाइटची आणि पाण्याची वजने दाखविली आहेत आणि शेवटी ४ घ. या. मिश्रकांपैकी प्रत्येकातील कॉंक्रीटच्या संघनतेची उत्तर, पूर्व दक्षिण व पश्चिम अशी निर्दिष्ट केलेली नोंद दाखविली आहे. प्रत्येक वाट्याचे ज्या मिश्रकात मिश्रण केले तो मिश्रक दाखविण्याकरिता वाट्याच्या नोंदीत एक टिप्पणी समाविष्ट केली आहे. ह्या नोंदीवरून वाट्याचा क्रम पुढीलप्रमाणे दाखविला जातो. वजनी प्रमाण-नियंत्रक भरला जात असताना त्यावरील अभिलेखन टांक डावीकडील शून्य रेषेवरुन त्यातील प्रवाह रोखला जाईपर्यंत उजवीकडे सरकत जातो; नंतर टांक स्थिर असताना तक्तापट्टी वरच्या बाजूकडे सरकत जाते त्यावेळी टांकाने खालच्या बाजूकडे एक उभी रेषा काढली जाते. जेव्हा प्रमाण-नियंत्रकातून माल बाहेर पडत असतो तेव्हा अभिलेखन-टांक डाव्या बाजूकडील शून्यरेषेकडे परततो. प्रमाण-नियंत्रक भरला जात असताना त्यावरील संघनता-अभिलेखक-टांक डाव्या बाजूच्या शून्य रेषेपासून उजवीकडे सरकत असतो. ८९ व्या विभागात वर्णन केलेल्या माल टाकण्याच्या ओट्यावरील आधारातील प्रतिक्रियाशील बलघूर्णा (पिळवटण प्रतिरोध) मुळे ढोलाच्या पाठीमागील बाजूकडील मिश्रण न झालेल्या कॉंक्रीटच्या साचण्यामुळे मिश्रकाचे. सामान्य कलन सोडून जाण्याची त्याची प्रवृत्ती संतुलित होईपर्यंत, हे सरकणे चालू रहाते. मिश्रणाचे काम जसे चालू रहाते तशी कॉंक्रीटची पातळी सारखी होते आणि ड्रमच्या मागील बाजूकडील अपकेंद्रित माराचे संकेंद्रण कमी होते आणि टांक आस्ते आस्ते बऱ्याच एकसमान मध्यवर्ती स्थानावर पोहोचतो. त्या स्थानापासून वाटा टाकला जात असताना तो टाक डावीकडे शीघ्रगतीने सरकतो. सुस्पष्टपणा असण्याकरिता एक मिनिट कालांतराची यांत्रिकी छपाई, जिचे वर्णन ह्या विभागात दुसरीकडे दिले आहे, तक्त्याच्या ह्या पुनर्मुद्रणातून वगळले आहे. तथापि ही अंतरे आकृतीच्या उजव्या बाजूवर निर्देशित केली आहेत.

आ. ९५ मध्ये फ्रियांट धरणाच्या तक्त्याच्या भागातील वाटे करण्यातील अनियमित बाबींची असाधारण संख्या दाखविली आहे. विशेष औत्सुक्याचे बिंदू, संख्यावर्तुळात घालून दाखविले आहेत, आणि त्यांचे थोडक्यात वर्णन खाली केले आहे :

(१) कोणच्या वाट्यामधून नमुने घेतले यांची नोंद मिळण्याकरिता कॉंक्रीटच्या नमुन्याचे उपकरण घड्याळी यंत्रणेला तारेने बांधले आहे.



आ. ९५

फियांट धरणावरील मिश्रण संयंत्रावरील नोंदणी तक्त्याचे विभाग 288-D-2649

(२) विशेष वाटा, निरीक्षकाची खूण.

(३) चुन्याचा २ घ. यार्डाचा वाटा.

(४) चुन्याचा १ घ. यार्डाचा वाटा.

(५) २५ टक्के प्यूमिसाइटसह कमाल ८ इंची गोटे असलेल्या काँक्रीटची वाट्याची वजने आणि मिश्रण अंकाची निरीक्षकाची टिप्पणी.

(६) मिश्रक थांबविले.

(७) कदाचित टांक भरत असताना आलेला बाह्य अडथळा.

(८) प्रमाण-नियंत्रकांचे भरणे क्षणिक काळ थांबले.

(९) पोषण रेषांच्या माध्याजवळील कटावदार कोपरा अगर बदललेल्या उताराचे कारण मुक्त दरवाज्याऐवजी ठिबकणारे पोषण होते.

(१०) काटेकोरपणे बंद करण्याने आलेल्या अडचणीमुळे गोट्यांच्या वजनातील फरक आणि आर्द्रतेमुळे झालेल्या प्रवाहांतील अनियमितपणामुळे प्यूमिसाइटच्या वजनातील फरक.

(११) नोंदकावरील बाह्य अडथळा.

(१२) मिश्रकाच्या जडता आणि स्थैतिक घर्षणामुळे (माल) टाकण्यास सुरवात झाली तेव्हा हे प्रारंभिक बल अपचयित होणेचे.

(१३) (१२) व्या सारखेच पण मिश्रकाचे माल टाकताना जे स्थान होते त्या स्थानापासुन मिश्रक उचलला जाण्यापूर्वी.

(१४) मिश्रकाच्या पाठीमागे कोरडे काँक्रीट सांचण्याकडे प्रवृत्ति बनत जाते आणि जेव्हा मिश्रक थांबतो तेव्हा काँक्रीट समपातळीवर येत नाही. परिणामी नोंदणी टांक शून्य रेषेकडे अगर तिच्याजवळ परत जात नाही

इ-सर्वसामान्य कामावरील प्रमाण-नियंत्रणाच्या पद्धती आणि सुविधा

८३. केंद्रीय वजनी प्रमाण-नियंत्रण

पोत्याने सिमेंट वापरणे आणि उपयुक्त आयतन साधनांनी पाण्याचे मापन करणे हे वाट्याच्या जुळणीच्या वजनपद्धतीशी असंबद्ध नसते कारण गिरणीत वजन करून सिमेंट पोत्यात भरलेले असते आणि एकक वजनाइतकेच एकक राशि हे पाण्याच्या मापनाचे निश्चित माप असते. तथापि पोत्यातील सिमेंटच्या वजनात कधीकधी काँक्रीटच्या नियंत्रणाच्या पद्धतीत गंभीर बिघाड होण्यास पुरेल इतकी तफावत पडते; परिणामतः सिमेंट विकत घेण्याकरिता विनिर्देशामाणे मान्य केलेल्या तफावतीपेक्षा जास्त असा वजनातील फरक हुडकून काढण्याकरिता जागेवर मधून मधून चाचणी घेणे महत्वाचे असते (आ. ७३ पहा). वाट्यामध्ये वापरण्यात येणाऱ्या अपुऱ्या भरलेल्या पोत्यांचे वजन केले पाहिजे.

अचूक वजनी प्रमाण–नियंत्रणाचा पूर्ण फायदा मिळावा म्हणून मापन उपकरणांतून पाठविलेल्या मिश्रकावर पोंहोचणारे वाटे एकसारखे आणि परिपूर्ण रहाण्याकरिता शेवटपर्यंत वजन केलेले द्रव्य योग्यप्रकारे आणि काळजीपूर्वक हाताळले गेले पाहिजे. जेथे सुके वाटे, ट्रकने अगर अन्य साधनांनी कामाजवळच्या बोगद्याच्या अस्तराच्या आणि कालव्याच्या अस्तराच्या आणि त्यावरील संरचनांच्या सारख्या कामावरील हातवाही मिश्रकावर, वाहून नेण्यात येतात तेव्हा तर हे विशेष महत्वाचे असते. आक्षेपार्ह परिस्थितींची काही उदाहरणे व तीत सुधारणा करणे अगर ती टाळणे यासाठी सूचना खाली दिल्या आहेत :

१) बहुविध वाट्यांच्या ट्रकमधून वाहून नेण्यात आलेल्या वाट्यांचे एकमेकात मिसळण्याचे टाळण्याकरिता त्यात जास्त उंच पडदे बसवावे आणि भारण करताना आणि खाली ओतताना जास्त काळजी घ्यावी.

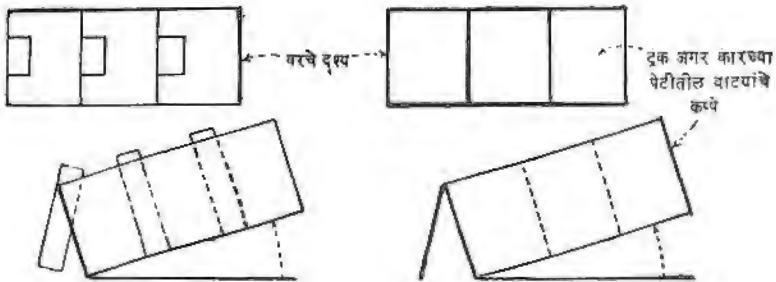
२) ट्रकमधून मिश्रकांच्या डोलामध्ये वाट्यांचे स्थानांतरण करताना जर हे डोल पुरेसे मोठे असले आणि ट्रक जागेवर योग्यप्रकारे वळवून द्रव्ये खाली ओतली तर त्या द्रव्यांची हानी होणार नाही. अति लहान असलेले डोल, बाजूवर पोलादी सरकपट्ट्या बसवून, मोठे करता येतात.

३) प्रमाण–नियंत्रकातून अगर ट्रकमधून वाट्याचा अपुरा प्रस्राव होण्याने त्या वाट्यामध्ये उणीव निर्माण होते आणि त्यामुळे ट्रकमधल्या वाट्याच्या बाबतीत नंतरचा वाटा अति प्रभारित होतो. अधिक काळजीपूर्वक हाताळणे अगर कधीकधी उपकरणांची दुरुस्ती करणे हा यावरील उपाय आहे.

४) जेव्हा प्रमाण–नियंत्रकामधून सिमेंट मुक्तपणे सोडण्यास अनुज्ञा देण्यात येते तेव्हा धूळ झटकण्यामुळे वा ते इकडे तिकडे पसरल्यामुळे त्यात होणारी हानि कॅन्व्हसची नसराळी अगर पडदे वापरून थांबविता येते (आ. ९६ पहा).

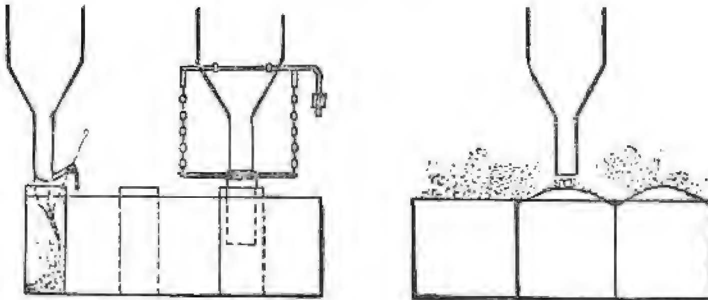
५) जर स्वतंत्र विभागाची अगर कप्प्यांची, प्रत्येक वाट्याच्या कप्प्यांच्याकरिता योजना केली अगर सिमेंट पूर्णपणे मिलाव्यात झाकले जाईल अशा तऱ्हेने सिमेंट आणि मिलावा एकाच वेळी ट्रकमध्ये भरले तर ट्रकमधून सिमेंट वाहून नेत असताना हानि होणार नाही. या नंतरच्या योजनेत जर सिमेंट व ओला मिलावा मिसळला आणि जर कप्पे भरण्यात आणि खाली करण्यात २ ते ६ तासांची खोटी झाली तर वाट्यामध्ये जादा सिमेंट घातले पाहिजे. ते किती घालावयाचे हे खोटीच्या कालावधीवर अवलंबून असते. सिमेंटचे स्वतंत्र कप्पे असणे श्रेयस्कर असते आणि वाटा सोडण्याच्या दरवाजांना ते सहज जोडता येतात (आ. ९६). अनेक उदाहरणांत सिमेंटकरिता स्वतंत्र कप्पे ठेविण्यास येणाऱ्या खर्चाची पूर्वजल योजनाचा परिणाम नाहिसा करण्याकरिता जादा सिमेंट घालण्याच्या जरुरीच्या निरसनाने आणि ६ तासापेक्षा जास्त वेळ राहिलेले वाटे टाकून देण्याच्या जरुरीच्या निरसनाने, भरपाई होते.

६) जेव्हा मिलाव्यात मुक्त आर्द्रता असते तेव्हा स्थिर मिश्रकाजवळची नाळकी भरण्यात सिमेंटचा विलंब साहजीकच होतो. बंद प्रवणिकेमधून अगर उभ्या किंवा तीव्र



बरोबर	चूक
सोयीस्कर आकाराच्या आणि खोलीच्या कप्पांची स्वतंत्र तरतूद. प्रत्येक वाटा विमोचक दरवाज्याला ते जोडलेले असतात व त्यांच्या बरोबर काम करतात.	मिलाव्यावर अगर त्याच्या आत सिमेंट ओतल्याने ते उडून जाण्याची शक्यता असते. अंशतः त्याचे आक् जलयोजन होते, अगर ओतताना ते दुसऱ्या वाट्यात घसरून जाण्याची शक्यता असते.

शुष्क– वाटचांच्या कप्प्यातील
सिमेंटकरिता तरतूद

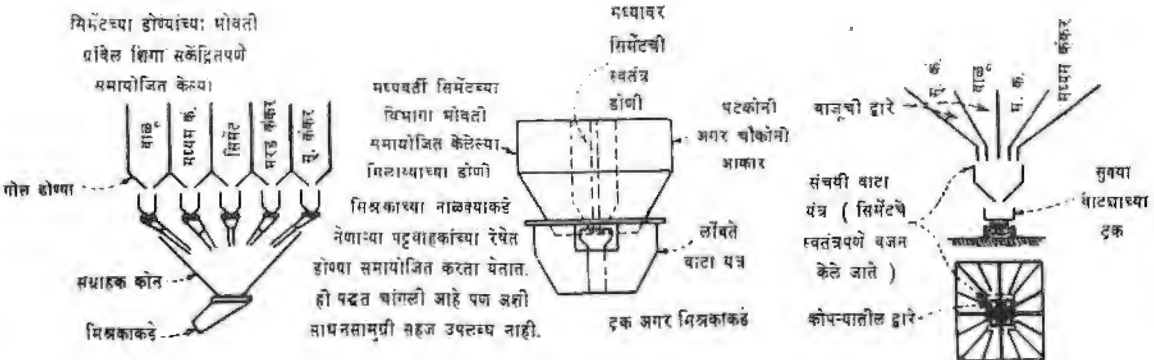


बरोबर	चूक
सिमेंटच्या पतनाचे नियंत्रण ते घट्टी होत असलेल्या कॅन्व्हासच्या पात प्रवणिकेत घालून अगर टेलिस्कोपिक लवचिक होज ऐमीत घालून करण्यात येते.	वाटा कार अगर ट्रकमध्ये गुप्तपणे सिमेंट ओतल्याने ते फुकट जाते आणि वाट्याचे एकमेकावर पसरण सामान्यपणे घडते.

वाटा संयंत्रातून वाटा ट्रकमध्ये सिमेंट लादणे.

आ. ९६

प्रमाण–नियंत्रण केलेले सुटे सिमेंट हाताळण्याच्या योग्य आणि अयोग्य पद्धती. योग्य पद्धतीचा उपयोग केल्याने (द्रव्याचा) अपव्यय आणि धूलिकणास प्रतिबंध होतो आणि परिणामी जास्त एकसारखे सिमेंट प्राप्त होते. 288–D–839



चांगले समायोजन

व्यक्तिगत वजन करण्याच्या वाटायंत्रात प्रत्येक अंतर्वस्तूचे स्वयंचलित वजन करणे, मिश्रकात संग्राहक कोनातून ती वाहून नेणे. मिलाव्याचा पुरवठा होत असताना सिमेंटच्या वाटायंत्रांचे अशा तऱ्हेने नियंत्रण व्हावे की सिमेंट त्यावेळी वहात रहावे; सयंत्राच्या स्पंदनापासून वाटायंत्र सुरक्षित रहावे, अतिभार होताच त्याची सुधारणा करणे शक्य व्हावे.

स्वीकार्य समायोजन

मिलाव्याचे स्वतंत्र अगर संचयितपणे स्वयंचलित वजन करणे; सिमेंटचे अलग वजन करणे; संयंत्राच्या स्पंदनापासून वाटायंत्राचे संरक्षण; वजन नोंदणीची उपकरणे संचालकाला स्पष्टपणे दिसणे; टाकण्यात येणाऱ्या द्रव्याचा योग्य क्रम असणे अवश्य; डोण्यातील द्रव्याच्या माथ्यावर मिलावा सतत वाहणे टाळावे. अतिभारात सुधारणा करणे शक्य होणार नाही.

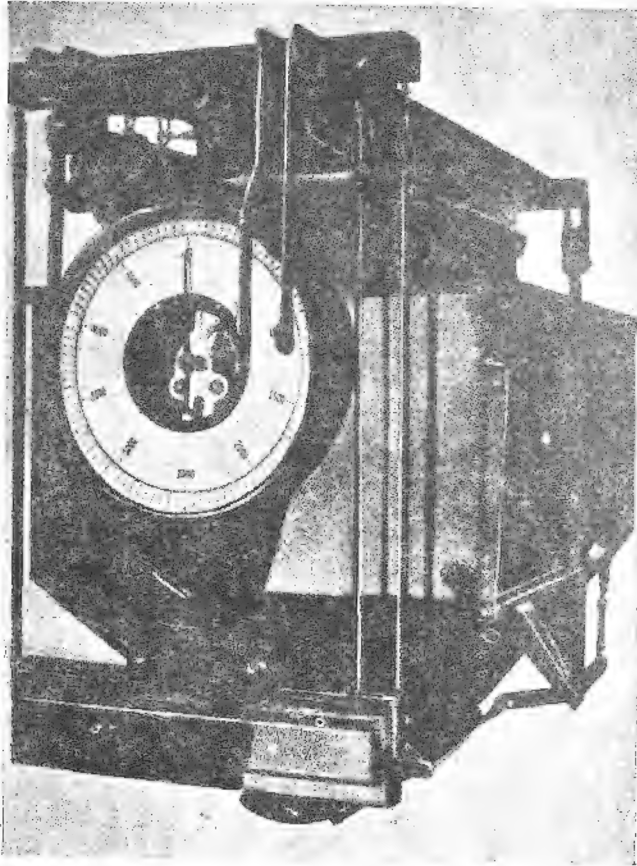
या समायोजनाने एक सारखेपणावर मर्यादा पडते

डोण्यांतून वाहणाऱ्या ज्या द्रव्यांचे त्यांत उंच उतार निर्माण होतात अशा वरील निकट पदार्थांपैकी कोणत्याही एकामुळे विलगन होते व त्यामुळे एक सारखेपणात बाधा निर्माण होते.

आ. ९७
प्रमाण-नियंत्रकांना पुरवठा करणाऱ्या कणग्या आणि वजनी प्रमाण-नियंत्रकाची योजना. या योजनेचा परिणाम कॉंक्रीटमध्ये एकसारखेपणा येण्यात होतो.

उतार दिलेल्या पोलादी नळीमधून नाळक्याच्या खालच्या भागात सिमेंटचा पुरवठा करून ह्या परिस्थितीचे निरसन करावे. मिलाव्यात नळीचे अगर प्रवणिकेचे खालचे टोक बुडवून नंतर तींत सिमेंट सोडावे. ह्या कार्यपद्धतीने धूलिहानि आणि त्रासही कमी होतो आणि सिमेंटचे पट्टीच्या आकारात पोषण करता येते.

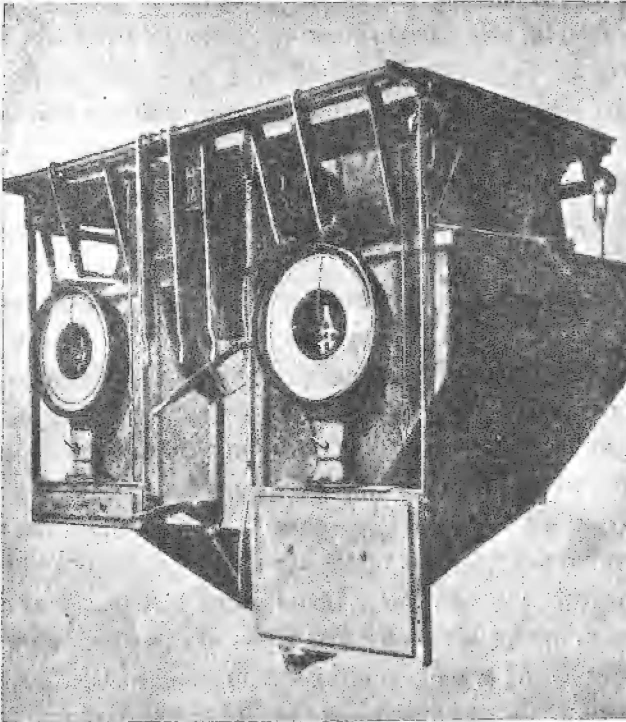
संचयी कणम्या आणि वजनी प्रमाण–नियंत्रकांच्या या तीन योजनांचे फायदे, ज्यांपैकी एकात व्यक्तिगत वजन करणे आणि बाकीच्यात संचयी वजन करण्याचा संबंध येतो ते,



आ. ९८

तीन मिलाव्यांच्याकरिता तबकडीचा मापक आणि दरवाजे बसविलेला हाताने चालवावयाचा नमुनेदार संचयी वजनी प्रमाण–नियंत्रक. P X – D – 32758

आ. ९७ मध्ये दिग्दर्शित केले आहेत. वाट्यांच्या ट्रकनी सेवित केलेले सांच्यांच्या जवळच्या मिश्रकांचे केंद्रिय प्रमाण–नियंत्रण अभियंत्यांना आणि मक्तेदारांना विखुरलेल्या सर्व प्रकारच्या कामांच्याकरिता जास्त आवडू लागले आहे. वाहतूक सारखीच असते आणि केंद्रिय प्रमाण–नियंत्रणामुळे कार्यवाहीत लवचिकता प्राप्त होते; द्रव्य फुकट जाण्यापासून व दूषित होण्यापासून मुक्त असते आणि प्रमाणीकरणातील अचूकतेशी जमीनीवर टाकलेल्या द्रव्यांच्या ढिगामधून साच्यांच्याजवळ प्रमाण–नियंत्रण करण्यातली (अचूकता) बरोबरी करू शकणार नाही.



आ. ९९

हाताने चालवावयाच्या मिलाव्याच्या संचयी वजनी प्रमाण–नियंत्रकाच्या मध्याजवळ बसविलेला सिमेंटचा एक स्वयंचलित वजनी प्रमाण–नियंत्रक. या संयोजनाने वाटा मिश्रकाकडे जात असताना सिमेंट व मिलाव्याचे फायदेशीर मिश्रण प्राप्त होते.

P X – D – 32759

कणगीच्या खालच्या बाजूस असलेल्या ट्रॉलीच्या योजनेच्या सहाय्याने मिश्रक डोलांत माल थेट सोडता येईल असे लहान हातवाहू वजनी प्रमाण-नियंत्रक पुष्कळ वेळा वापरण्यात येतात.

जर मिलाव्याची अंतिम चाळणी केलेली नसेल तर काँक्रीट नियंत्रणाच्या दृष्टीने ही कार्यपद्धती मंच मापक आणि हातगाड्या वापरण्याच्या पद्धतीपेक्षा जास्त चांगली असतेच असे नाही.

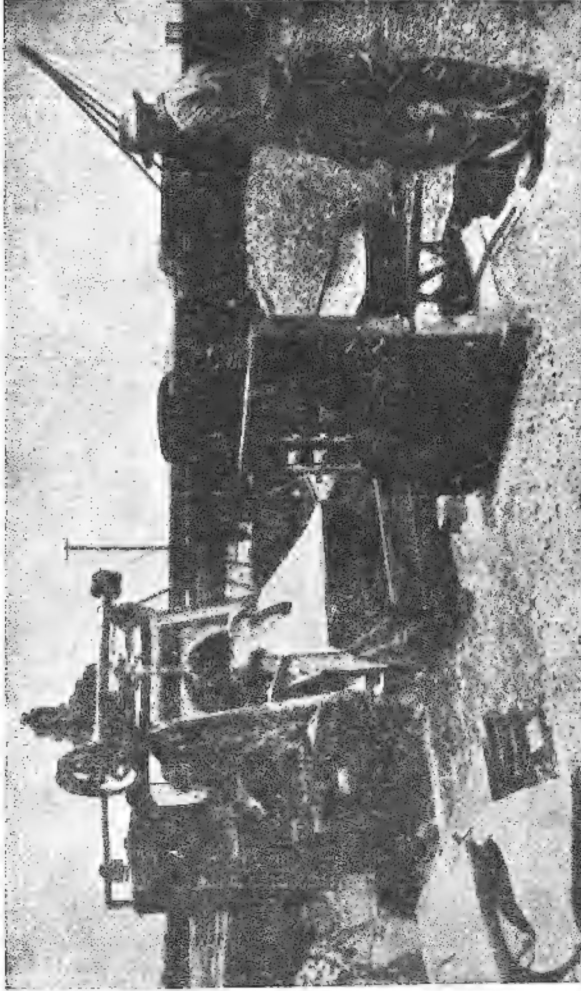
८४.-वजन करण्याची उपकरणे.

जागेवर वजन करण्याच्या उपकरणांचे साधारण प्रकारात सोयीस्करपणे दोन विभाग करता येतात. (१) संचयी कणग्यातून सामान्यपणे पुरवठा होणारे वजनी प्रमाण-नियंत्रक; आणि (२) हातगाड्या अगर गाड्यांतील द्रव्यांचे वजन करण्याचे मंच प्रकार. दोन वजनी प्रमाण-नियंत्रक आ. ९८ व ९९ मध्ये चित्रित केले आहेत. आ. ९८ मधील हाताने चालविण्यात येणारा प्रमाण-नियंत्रक तीन आकारांच्या मिलाव्यांचे संचयी वजन करण्याकरिता आहे. मिलाव्याकरिता आणि सिमेंटकरिता एकमेकावर बसविलेल्या वजनी प्रमाण-नियंत्रकांची योजना आ. ९९ मध्ये दाखविली असून तिचा उपयोग जसजसा वाटा मिश्रकाकडे जातो तसतसे सिमेंट आणि मिलाव्याचे इच्छित मिश्रण होण्यात होतो.

मोठाल्या कामावर जेथे काँक्रीटमधील अंतर्वस्तूंच्या वजनांच्या लेखाचित्रीय नोंदी करण्यात येतात तेथे प्रत्येक वजनी संचात दिसू शकेल अशा स्प्रिंगरहित तबकडीचा समावेश केलेला असावा. ही तबकडी वजन करण्याच्या कोणत्याही टप्प्याच्या वेळच्या मापन भाराची शुन्यापासून पूर्णक्षमतेपर्यंत नोंद करते. तथापि जर वरचे आणि खालचे निर्देशक शून्य भाराशी अगर कोणच्याही इच्छित दांडीच्या स्थानावर भारण केले असताना संतूलित होत असतील तर आणि जर शेवटच्या वाट्यामुळे वजन करणारी नाळकी मोकळी होईपर्यंत नवीन वाट्याची सुरवात होणार नाही अशा तऱ्हेने मापक अंतर्ग्रथित केलेले असतील तर हे निर्देशक वापरावेत. पूर्ण क्षमतेच्या तबकडीमुळे प्रमाण नियंत्रकातील निस्राव पूर्णपणे झाला आहे याची तपासणी करणे आणि तसेच वजनी उपकरण अगर द्रव्यांचा प्रवाहाच्या कामी जर काही अनियमितपणा झाला असल्यास तो हुडकून काढणे शक्य होते. सिमेंटचे आणि पाण्याचे वजन करण्यात पूर्ण क्षमतेच्या तबकडीला विशेष मूल्य असते आणि ह्या द्रव्यांचे बिनचूक नियंत्रण करण्यात वारंवार अडचणी येत असल्याने त्याला फार महत्व आहे.

मंच प्रकाराचे वजनी उपकरण, आ. १०० व १०१ मध्ये चित्रित केले आहे. जेथे मिश्रक भारण नाळक्यांनी अगर यंत्रचलित डोलांनी सुसज्जित केलेले असतात अशा ठिकाणी काँक्रीटचे वाटे एक अगर अधिक सिमेंटच्या पोत्यांचे असतात. त्या जागेवरच्या ढिगातील मिलाव्यांचे वजन करण्याकरिता अशा प्रकाराच्या उपकरणाचा सामान्यपणे उपयोग केला जातो. आ. १०० मध्ये तथाकथित हातगाडीवरील मापक दाखविला आहे. ह्या दिग्दर्शित केलेल्या विशिष्ट मापकावर फक्त वजनाकरिता दोनच दांड्या (एक वाळूकरिता व एक मिलाव्याकरिता) असतात व ब्यूरोच्या बहुतेक कामावर ही संख्या अपुरी पडते. तथापि

पाहिजे तितक्या दांड्या असलेले आणि भिन्नभिन्न आकाराचे मंच असलेले असे मापक उपलब्ध आहेत. ढकलगाड्या आणि गाड्यांच्याकरिता अनुक्रमे ३० इंच व ४२ इंच चौरस



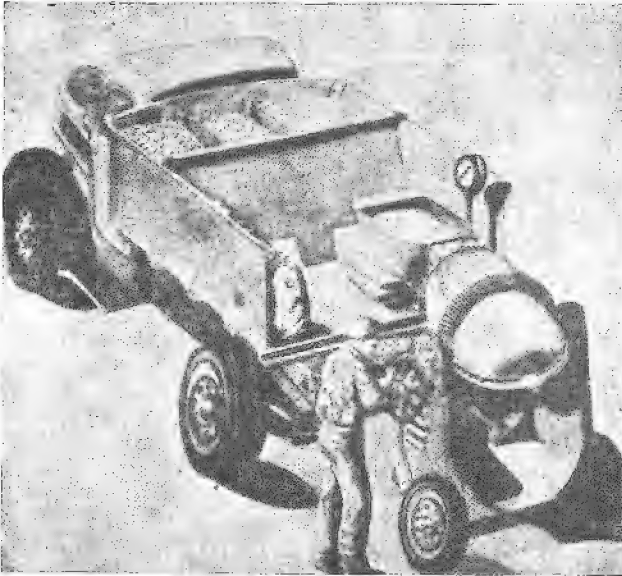
आ. १००

हातवाहू हातगाडीवरील मापकाच्या सहाय्याने केलेले कॉंक्रीटचे प्रमाण-नियंत्रण. लहान कामावर एकसारखे कॉंक्रीट प्राप्त करणे, अशा उपकरणाचा वापर करण्याने, शक्य होते. 466 - 602 - 604

आकाराचे मंच सामान्यपणे वापरले जातात. मोकळी हातगाडी अगर गाडीच्या वजनाची भरपाई करण्याकरिता बारदान दंड म्हणून आकृतीत दाखविलेली वरची दांडी काम देते आणि दांडीच्या पेटीवरील सूचक तबकडी अगर तोल निर्देशक, द्रव्याची बिनचूक राशि

केव्हा घातली हे दाखविण्याकरिता, एक सोयीस्कर साधन असते. कार्यवाही होत असताना द्रव्याच्या इच्छित एकूण वजनाशी (यात पृष्ठीय आर्द्रतेचा समावेश केलेला असतो) जुळतील अशा तऱ्हेने तोलन दांडीचे संतोलक लावून घेतलेले असतात; आणि जेव्हा कोणच्याही आकाराच्या मिलाव्याचे वजन करावयाचे असते तेव्हा पेटीच्या बाहेरच्या बाजूवरील घोडा मुक्त करून योग्य ती दांडी कामात आणण्यात येते. मापक ढिगाच्या जवळच असणे अवश्य आहे असे नाही कारण मापकाजवळ प्रत्येक मिलाव्याचा थोडासा साठा ठेवून हातगाडी अगर गाडीतील द्रव्य जरुरीप्रमाणे कमी करता येते अगर वाढविता येते. थोड्याशा अनुभवाने बरोबर वजनाच्या संनिकट वजन मिळविण्यात कामगार तरबेज होतो.

ज्या कामावर काँक्रीटच्या लहान राशी टाकण्यात आल्या त्या ठिकाणी वापरण्यात आलेल्या उपकरणाची योजना आ. १०१ मध्ये दाखविली आहे. एका ट्रकच्या पाठीमागच्या बाजूस मंच बसविला होता व त्यात वाळू, कंकर अगर सिमेंटकरिता स्वतंत्र जागा ठेविल्या होत्या. मापकावर एका डोलाची अशा तऱ्हेने योजना केली होती की ट्रकने ओढण्यात येणाऱ्या लहान मिश्रकात तो सरळसरळ कलंडता येई.



आ. १०१

लहान कामाकरिता काँक्रीटचे वजनी प्रमाणीकरण करण्याकरिता वापरलेली व्यावहारिक योजना. P X – D – 32979

८५. – द्रव पदार्थांचे प्रमाण-नियंत्रण

अचूकता, विश्वसनीयता, स्पष्ट दृश्यता, दुरुस्ती आणि समायोजन यांच्याकरिता सहज-प्रवेश, आणि समायोजनाची सुकार्यता ह्या, मिश्रक जलमापन आणि त्वरक वायुधारक द्रव्ये आणि मंदकांच्यासारख्या संमिश्रणांच्या द्रावणांचे मापन करणाऱ्या उपकरणातील, महत्त्वाच्या आवश्यकता असतात. ह्या उपकरणात तसेच बाट्याकरिता मापन केलेले पाणी वळवण्याकरिता त्यांची जरूरी असते आणि ज्यामुळे मापनाची बिनचुकता अगर समायोजन शीघ्रगतीने तपासता येईल अशा तऱ्हेच्या झडपा आणि जोड बसविणे इष्ट असते. मोठाल्या कामांवर मिश्रणाकरिता स्वयंचलित मापक अगर स्वयंचलित प्रमाण-नियंत्रकांनी पाण्याचे मापन करणे समर्थनीय ठरते.

बहुतेक ब्यूरोच्या कामावर जलमापनाच्या गरजांची अंमलबजावणी, मापनळी बसविलेली उभी टाकी, वजनाच्या स्वरूपात मापन करण्याकरिता अंशांकित माप, आणि टाकी

आ. १०२

मिश्रक जलाचे प्रमाण-नियंत्रण करण्याकरिता वापरण्यात येणारा जलमापक. सोयीस्कर बनावटीचा असा मापक पाण्याचे प्रमाण-नियंत्रण करण्याचे एक खात्रीलायक साधन असतो.
P X – D – 32760

भरण्यावर नियमन ठेवण्याकरिता एक सोयीस्कर परिवाह, यांची तरतूद करून करण्यात येते. अशा योजनेमुळे मिश्रकावरील परिचालनाला काँक्रीटच्या संघनतेवर नियंत्रण ठेवण्याकरिता अवश्य असणारी लवचिकता मिळते आणि त्यामुळे त्याला मिश्रकजलाच्या राशीचे प्रत्यक्ष मापन करणे शक्य होते. हातवाहू मिश्रकावर आडव्या टाक्या वापरण्यास परवानगी देण्यात येत नाही कारण टाकीच्या उतारात अगदी किंचितसा बदल झाला तरी अशा टाकीवरील अंशांकन टिकून राहू शकत नाही.

आ. १०२ मध्ये दाखविलेल्या प्रकारचे मापक अशा तऱ्हेने बनविण्यात यावेत की पूर्व–निश्चित प्रस्राव होताच प्रवाह आपोआप विलग करता यावा अगर कोणत्याही वेळी बंद करता यावा. प्रत्येक वितरण सुरू करण्यापूर्वी तबकडीच्या घराच्या बाजूकडील पुढे आलेल्या खुंट्या फिरवून तबकडीवरील दोन्ही काटे (एक जलद व दुसरा सावकाश फिरणारा) शून्यावर आणण्यात येतात. मापकातून जाणाऱ्या एकूण पाण्याची नोंद तबकडीच्या मुख–पृष्ठावरील योगकर्त्यावर केली जाते. लागणाऱ्या पाण्याची सरासरी व काँक्रीटच्या वाट्याच्या गटाकरिता जल–सिमेंट गुणोत्तर निर्धारित करण्यात योगकर्त्याचा विशेष उपयोग होतो.

हातांनी चालविलेल्या अगर स्वयंचलित जलमापकाची निवड ज्या परिस्थितीत काम करावे लागेल त्या संपूर्ण परिस्थितीचा अभ्यास करूनच करावी. वितरणाच्या वेगावर आणि मापकाच्या अचूकतेवर कार्यवाही–दाबात होणाऱ्या विचरणांचे परिणाम निर्धारित करावेत. बांधकामावर पुरवठ्यात येणाऱ्या संयंत्रणेत नेहमी आढळून येणाऱ्या पोपडे आणि अवसाद यांच्या आणि हिवाळ्यात अवश्य असणाऱ्या व उन्हाळ्यात नेहमीपेक्षा जास्त असणाऱ्या तपमानामुळे होणाऱ्या परिणामांचे काळजीपूर्वक अन्वेषण करावे. जेथे हातवाहू मिश्रक वापरण्यात येतो तेथे अस्तित्वात असणाऱ्या परिस्थितीत ह्या कारणामुळे येणाऱ्या अडचणी सामान्यतः जास्त असतात व वरचेवर आढळतात. अशा परिस्थितीत विशेषेकरून स्वयंचलित उपकरण, मध्यावर सायफनी निःसारण नळी बसविलेल्या खात्रीदायक उभ्या टाकीपेक्षा, कमी उपयुक्त असते.

उलटपक्षी स्थिर मिश्रकावर आणि केंद्रीय प्रमाण–नियंत्रकांच्यावर बसविलेले जलमापक वापरून संतोषजनक उद्दिष्टे प्राप्त करता आली आहेत. ह्या संस्थापनात, ज्यात वाट्या–करिता मापन केलेले पाणी सोडता येईल आणि मिश्रकाकरिता ते तयार ठेवता येईल अशा तऱ्हेच्या सहाय्यक टाकीची जोड देणे कधीकधी आवश्यक आणि इष्ट असते. मापकांतून प्रवाह प्रत्यक्ष वाहण्याऐवजी अशा टाकीतून तो आला तर त्यामुळे मिश्रकात येणाऱ्या प्रवाहाची वेळ, राशि आणि वेग यांचे जास्त बारकाईने नियमन करिता येते (आ.१०३पहा).

काँक्रीटला लागणाऱ्या पाण्याच्या काटेकोर राशीच्या मापाचा वाळूतील पाण्याची राशी आणि विशेषतः वाळूतील आर्द्रतेतील विचरण यांच्याशी इतका निगडित संबंध असतो की आर्द्रता विचरणाची भरपाई करण्याकरिता पाण्याच्या वजनाचे शीघ्र समायोजन करण्याच्या साधनांची तरतूद करावी. अगदी कमी अवपात होण्याचे टाळण्याकरिता मिश्रण कालाच्या

शेवटी थोडेसे पाणी जादा घालणे कधीकधी अवश्य असते. जर जलमापक उपकरण उपयुक्त नसेल तर पाण्याची निर्धारित राशी जलदी आणि सोयीस्करपणे घालता येईल

आ. १०३

हूवर धरणावर सरकारी प्रमाण–नियंत्रकावर संतोषजनक ठरलेल्या प्रमाण–नियंत्रणाच्या आणि मिश्रणाच्या सुविधांचा आयोजन आरेख. 288 – D – 157

अशी पूरक सुविधांची तरतूद करावी. जरूर लागेल तेव्हा हे पाणी बाट्याबरोबर जलद मिसळून जाईल अशा तऱ्हेने मिश्रणात योग्य प्रकारे सोडावे. प्रमाण-नियंत्रण केले जात असताना काँक्रीटमधील अंतर्वस्तूंचे तपमान कमी करण्याकरिता मिश्रक जलाचा एक भाग म्हणून बर्फाच्या वापरासंबंधी विभाग ८० पहा.

वजनी बाटा यंत्राकडे जल पुरवठा नळ
तरंगक शलाका (C)
निर्गम द्वार (D)
परिवाह नलिका (B)
निर्गमद्वार(E) बसविण्याची पितळी शलाका
सायफन क्रिया होऊ देण्यासाठी वायुधारक द्रव्याच्या वितरकापेक्षा जल बाटायंत्राचे प्रवेशद्वार अधिक खाली असावे.
निस्पंदक पंप
तरंगक
आयतन माप (F)
शलाका द्रव्या (G) चे आयतन दाखविते
प्लॉस्टिक काचेचे झाकण (H)
आतल्या बाजूस ४" चौरस
वायुधारक पुरवठ्यापासून(A) प्रवेशद्वार
निःसारक
सॉलिनाईड झडप

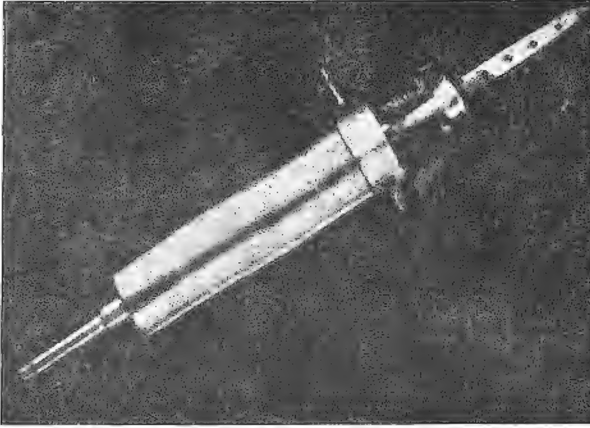
तरंगक शलाकेने ट्रिप केलेल्या मर्कीईड बटनाने बंद केला.
जल बाटा नियंत्रकाच्या निःसारण द्वार उघडून कार्यान्वित केलेल्या मर्कीईड बटनाने खुला केला.



आ. १०४
वायुधारक द्रव्याचे वाटप यंत्र. PX-D-32761

नियंत्रण करताना कॅल्शियम क्लोराइडचे प्रमाण नेहमी द्रावणाच्या स्वरूपात करावे आणि हे द्रावण मिश्रक पाण्यात घालावे. ही गरज पुरी होईल आणि बिनचूक मापन करता येईल अशी कोणतीही पद्धत संतोषजनक असते. ज्या ठिकाणी लहान हालवाहू मिश्रकांचा वापर करण्यात येतो त्या ठिकाणी डोल अगर नाळके मोकळे झाल्यावर द्रावणाची योग्य राशि सरळ मिश्रकांत ओतावी. कॅल्शियम क्लोराइड हाताळताना खालील काळजी घ्यावी.

(१) ज्यात द्रावणाचा असमान धातूंशी संबंध येतो आणि ते विद्युत् मुद्रांक असल्याने जस्तीकरण क्रियेचा परिणाम होऊन संक्षारण होते अशा भांड्याचा, झडपांचा वगैरे वापर टाळावा आणि (२) कॅल्शियम क्लोराइडचे द्रावण आणि वायुधारक द्रव्याचे, वाटप प्रमाण–नियंत्रकात अगर साठवणाच्या टाक्यांत, मिश्रण करण्याचे टाळावे, कारण जेव्हा ही द्रव्ये द्रावणात एकत्र येतात तेव्हा त्यातील चिकट कॅल्शियम रेझिनेटमुळे दट्ट्याचा झडपांची तोंडे बंद होतात. त्यामुळे मापकांच्या कार्यवाहीत अडथळा येतो आणि अंशांकनित भांड्यांची आयतनमितीय क्षमता कमी होते.



आ. १०५

वायुधारक द्रव्याचे बाजारी वाटप यंत्र

कोलंबिया घाटी प्रकल्पावर वापरलेले एक वायुधारक द्रव्याचे वाटपयंत्र आ. १०४ मध्ये दाखविले आहे. स्वयंचलित सायफन क्रियेने अगर गुरुत्वाकर्षणाने चालविता येईल असे वाटप यंत्र तयार करावे. स्वयंचलित क्रियेने चालण्याकरिता ते तयार केलेले असल्यास, जेव्हा जलप्रमाण–नियंत्रक रिकामा होतो तेव्हा ते भरते आणि जलप्रमाण–नियंत्रक भरला असताना ते रिकामे होते. यामुळे जोपर्यंत जलप्रमाण–नियंत्रक भरलेला असतो तोपर्यंत वाटप यंत्र रिकामे रहावे अशी तरतुद केल्यामुळे वाटपयंत्रातून कोणचीही अवांछित सायफन

१७

क्रिया निर्माण न होता जलप्रमाण-नियंत्रकातून मिश्रकात " मृदुकरण जल " घालता येते. प्रवेशद्वाराच्या सोलेनाइड झडपाच्या परिपथातील स्विच अगर " थांबा आणि जा " या बटनामुळे मिश्रक धुण्याकरिता ज्याप्रमाणे उपयोग होतो त्याप्रमाणे वाटपयंत्र न वापरता परिचालकाला जलप्रमाण-नियंत्रकाचा उपयोग करता येतो. प्रमाण-नियंत्रकाच्या माथ्या-ऐवजी तळामधून समायोजी निर्गमद्वार असलेला आणि निस्यंदक पंप नसलेला प्रमाण-नियंत्रक तयार करून गुरुत्वाकर्षण प्रकाराचे वाटपयंत्र तयार करण्यात येते.

वायुधारक द्रव्य पुरविणाऱ्या व्यापाऱ्यांच्याकडे संतोषजनक बाजारी वाटपयंत्रे (आ. १०५ पहा) मिळू शकतात. जरी काही पूड केलेली संमिश्रणे सुक्या द्रव्यांत मिसळता येतात तरी ही मिश्रणे सामान्यत: मिश्रकजलात घालण्यात येतात. ह्या संमिश्रणांची वाटपयंत्रेसुद्धा विक्रेत्यांच्याकडे मिळतात.

ई-मिश्रण करणे

८६. सामान्य चर्चा

मक्तेदाराच्या मिश्रण उपकरणास प्राथमिक मान्यता देण्यात नियंत्रित अटी व मिलाव्याच्या प्रक्रिया करण्याच्या आणि हाताळण्याच्या बाबतीत वि. ६४ मध्ये निवेदित केलेल्या अटी एकच असतात.

स्थिर आणि हातवाहू, न कलंडणारे व कलंडणारे, असे दोन्हीही मिश्रक लहान कामावर वापरण्यात येतात. बिनकलंडणाऱ्या प्रकारात सामान्यत: एक नळकांड्याच्या आकाराचे पीप असते आणि तार चलित भारण डोल अगर विचरक नाळक्याच्या सहाय्याने चालविण्याच्या डोलणाऱ्या प्रस्राव प्रवणिकेची त्यात तरतूद केलेली असते. कोनाकार अगर भांड्यांच्या आकाराची पिपे सामान्यत: कलंडणाऱ्या मिश्रकात बसविलेली असतात. ही यंत्रे भिन्नभिन्न आकारात उपलब्ध आहेत व या आकारांची व्याप्ती फार विस्तृत आहे. ६ घ. फू. अगर जास्त क्षमतेचे भारण डोलांनी सुसज्जित केलेले कलंडते मिश्रक उपलब्ध आहेत. डोल असलेला हातवाहू मिश्रक जर उंच भारक मंचाची तरतूद केलेली नसेल तर पोषण नाळके बसविलेल्या मिश्रकापेक्षा अधिक सोयीस्करपणे भरता येतो.

अलिकडे विकसित केलेला बिनकलंडत्या प्रकारच्या मिश्रकाचा ट्रिनिटी नदीच्या प्रकल्पातील विलअर क्रीक बोगद्याच्या अस्तराचे काम करताना संतोषजनक उपयोग करण्यात आला. टरबाईन अगर क्षैतिज प्रकाराचा म्हणून ज्ञात असलेल्या मिश्रकात, दक्षिणावर्त फिरणारे सपाट तळाचे व ज्यातील उभ्या दांड्यावर वामावर्त फिरणाऱ्या मिश्रण पाती आहेत असे नळकांडी पिप बसविलेले असते. पिपाच्या तळाशी असलेल्या द्वारातून मिश्रण केलेले कॉंक्रीट बाहेर पडते. अशा प्रकारच्या मिश्रकाने जलद आणि कार्यक्षम मिश्रण साध्य होते.

सामान्यपणे सध्या कलंडणारे मिश्रक इतर प्रकारापेक्षा जास्त कार्यक्षम असतात असे मानले जाते. त्याचे मोठे कारण, ते जलदी रिकामे करता येतात आणि मिलाव्याचा आकार अगर अवपात काहीही असला तरी त्यावेळी किमान वियोजन होते, हे आहे. कलंडणारे मिश्रक जास्त सुलभतेने स्वच्छ करता येतात हा सुद्धा त्यांचा एक फायदा आहे. कोणच्याही मिश्रकातील मिश्रण क्रियेचा प्रभावीपणा मुख्यत: पिपाचा आकार, पातींचा आकार आणि रचना, भारणाची पद्धत, आणि पिपामध्ये ज्या क्रमाने द्रव्यें घालण्यात येतात त्यावर, अवलंबून असतो. पिपाच्या मिश्रकात पातींची रचना आणि पिपाचा आकार यांचा संयोग असा असावा की परिभ्रमणाच्या अक्षाशी द्रव्यांतील आदानप्रदान या टोकापासून त्या टोकापर्यंत समांतर राहील, तसेच वाटयाचे मिश्रण होत असताना मिश्रणाच्या पसरणाची हालचाल तसेच त्याचे लोळण आणि दुमडणे स्वत:वर होईल अशी खात्री मिळेल.

पात्यांच्या भोवती अगर पिपाच्या आतील पृष्ठभागावर बऱ्याच प्रमाणात दृढीकृत झालेल्या सिमेंटच्या राशींच्यामुळे मिश्रण क्रियेत बिघाड होतो आणि संघनता-मापक उप-करणातील नोंदीत चुका होण्याचा संभव असतो. असे दृढीभूत सिमेंट जसजसे साचत जाते तसतसे ते जलदी काढून घ्यावे. भारण आणि मिश्रणाचे कार्य करताना होणारी द्रव्यांची प्रचंड हानी योग्य त्या दुरूस्त्या करून दूर करावी. विशिष्ठ मिश्रणकालांतील काँक्रीटची संघनता संपूर्ण वाटयामध्ये जर योग्यप्रमाणात एकसारखी नसेल तर संभाव्यत: असे आढळून येईल की, पाती फारच खराब झाली आहेत अथवा आकार अगर रचनेच्या दृष्टीने त्यांचे चांगल्या प्रकारे अभिकल्पन केलेले नाही; किंवा ज्या क्रमाने काँक्रीटमधील अंतर्वस्तूंचे प्रभारण करण्यात येत आहे तो क्रम बदलण्याची जरूरी आहे. निर्मात्याने दिलेल्या निर्धारित क्षमतेच्या १० टक्क्यापेक्षा मिश्रकांचे जास्त भारण करू नये. मोठाले वाटे हाताळणाऱ्या आणि ज्यांच्यात प्रभारण-नियंत्रणाची पुरेशी तरतूद केलेली आहे अशा मिश्रकांच्या बाबतीत खालील प्रथा इष्ट असतात.

(१) मिश्रकामध्ये (सिमेंट, जर पोझोलान असेल तर ते, आणि सूक्ष्म व भरड मिलावा ह्या) अंतर्वस्तू एकाच वेळी टाकाव्या व त्या अशा तऱ्हेने टाकाव्या की प्रत्येकाच्या प्रवाहाचा कालावधी जवळजवळ सारखाच असेल.

(२) मिश्रण जल तापवलेले असते (अ. ९४ पहा) तेव्हाची बाब सोडून मिश्रण-जलापैकी काही भाग (५ पासून १० टक्क्यांच्या दरम्यान) अन्य द्रव्ये घालण्याच्या आधी घालावा आणि तितकीच राशी त्यानंतर घालावी. उरलेले पाणी इतर द्रव्यांच्या बरोबर सारख्या प्रमाणात घालावे.

(३) ब्यूरोच्या कामावर विनिर्देशित केलेला किमान मिश्रणकाल खालीलप्रमाणे असतो-पाण्याचा अखेरचा भाग सोडून सर्व अंतर्वस्तू मिश्रकात घातल्यानंतर तो चालू करण्याचे समयनिर्धारण खालीलप्रमाणे असावे.

मिश्रकाची घनयार्डात क्षमता	मिनिटात मिश्रणकाल
२ अगर कमी	$१\frac{१}{२}$
३	२
४	$२\frac{१}{२}$
५	$२\frac{३}{४}$
६	३

प्रमाणापेक्षा जास्त मिश्रण करणे आक्षेपार्ह असते कारण दळण क्रियेमुळे सूक्ष्मकणात वाढ होते व काँक्रीटची संधनता राखण्याकरिता त्यामुळे जास्त पाणी घालावे लागते. तसेच प्रमाणापेक्षा जास्त मिश्रण केल्यामुळे धारक वायू बाहेर निघून जाण्याचा संभव असतो, म्हणून कोष्टकात दिलेल्या मिनिटांच्या संख्येच्या तिपटीपेक्षा मिश्रणकाल जास्त असू नये अशी शिफारस करण्यात येत आहे. मिश्रक पूर्ण भरलेला असताना मिश्रण बंद ठेवता यावे अगर पुन्हा चालू करता यावे अशाप्रकारे मिश्रणाच्या उपकरणाचे अभिकल्पन करण्यात यावे.

(४) योग्य तऱ्हेने काँक्रीटचे मिश्रण करण्याची मिश्रकाची पात्रता त्याच्या कार्यक्षमता–चांचण्यांच्यावरून निर्धारित केलेली असते (पदसंज्ञा २६ पहा). मिश्रक असा असावा की, त्यांतून बाहेर काढलेल्या वाटयामधील पहिल्या आणि शेवटच्या भागातून घेतलेल्या नमुन्याच्या वायुमुक्त चुन्याचे एकक वजन त्या चुन्याच्या दोन वजनांच्या सरासरीच्या ०·८ टक्क्यापेक्षा जास्त विचरण होणार नाही असे, काँक्रीटचे मिश्रण करू शकेल. सहा वाटयांमधील सरासरी विचरणशीलता ०·५ टक्क्यांच्यापेक्षा जास्त असू नये. तसेच वाटयाच्या पहिल्या आणि शेवटच्या भागातील एक घ. फू. काँक्रीटमधील भरड मिलाव्याचे वजन (नंबर ४ च्या चाळणीवर राहिलेले) भरण मिलाव्याच्या दोन वजनांच्या सरासरीच्या ५ टक्क्यापेक्षा जास्त असू नये. भारी काँक्रीटच्या धरणांच्यासारख्या मोठ्या प्रमाणात काँक्रीट लागणाऱ्या कामावर सरासरी विचरणशीलतेवर ब्यूरोच्या विनिर्देशनात खालील कमाल मर्यादा घातल्या आहेत.

चांचण्यांची संख्या	सर्व चांचण्यांतील चुन्याच्या सरासरी वजनावर आधारित केलेली सरासरी विचरणशीलता-टक्के
३	०·६
६	०·५
२०	०.४
९०	·३

मुक्त वायूयुक्त चुन्याच्या एकक वजनातील अतिरिक्त विचरण, मिश्रणकालात वृद्धी करण्याच्या अवश्यकतेचे, द्योतक असते. तसेच एका घ. फू. काँक्रीटमधील भरड मिलाव्यातील

अतिरिक्त विचरण हे मिश्रक अयोग्य तऱ्हेने अभिकल्पित केला आहे अगर त्यातील पाती अतिशय झिजली आहेत याचे द्योतक असते. काम चालू करण्याच्या सुरवातीला आणि परिणामकारक मिश्रणाच्या विनिर्देशीय गरजांची अंमलबजावणी होत आहे याची खात्री येण्याकरिता मधूनमधून मिश्रकाच्या कार्यक्षमतेच्या जरूर तितक्या चाचण्या कराव्या. जर वेळ कमी करून समाधानकारक मिश्रण होईल अशी मिश्रकाच्या कार्यक्षमता–चांचण्यावरून खात्री झाली तर उप–विभाग (३) मधल्या यादीतील किमान मिश्रणकाल कमी करावा.

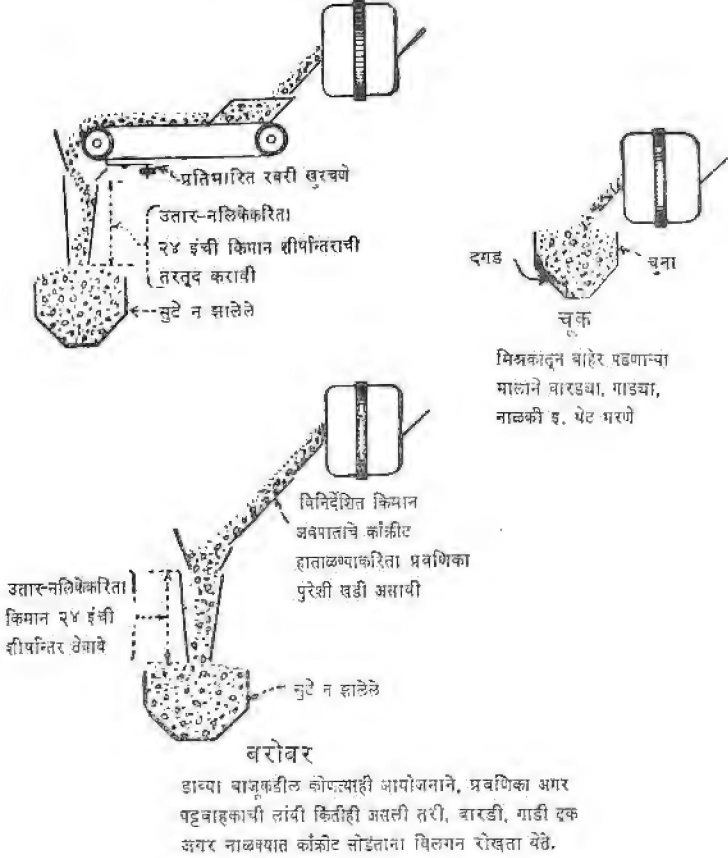
कामाच्या आकाराचा विचार न करता प्रत्येक मिश्रण संयंत्रात किमान एक मिश्रक असा तयार करावा आणि आयोजित करावा की प्रचालकाला अगर त्याच्या सहाय्यकाला मिश्रकाच्या पिपात पहाता यावे आणि काँक्रीटची संघनता तपासता यावी. $१\frac{१}{२}$ इंच अगर त्यापेक्षा लहान कमाल आकार असलेल्या मिलाव्याच्या काँक्रीटच्या मिश्रणाकरिता हा मिश्रक सोयीस्करपणे वापरता येतो. संघनता–मापक बसविलेल्या मिश्रकांच्या यंत्रणेच्या बाबतीत ह्या आवश्यकतेचे महत्व मापकांच्या परिणामकारकतेवर अवलंबून असते.

मिश्रकातून बाहेर पडलेल्या काँक्रीटमध्ये, बादल्या, नाळकी, गाड्या इत्यादीत ते पडत असताना, अनियंत्रित प्रवणित परिणामामुळे, वियोजन होऊ नये म्हणून दक्षता घ्यावी. तुलनेने लहान प्रवाहात काँक्रीट वाहत जाण्याकरिता प्रस्राव–प्रवणिका बसविलेल्या विन–कलंडणाऱ्या मिश्रकांच्याबाबतीत हा परिणाम विशेषतः दिसून येतो. कलंडणाऱ्या मिश्रकांच्या बाबतीत सामान्यपणे वाटा जास्त मोठ्या प्रमाणात घसरत बाहेर येतो व त्यामुळे वियोजनास कमी संधी मिळते. जेथे आक्षेपार्ह वियोजन रोखण्याची आवश्यता असते तेथे प्रस्रावी प्रवणिकेच्या अखेरीस एक अडथळा अगर अधिमानतः अधोनलिकेच्या एका तुकड्याची तरतूद करावी म्हणजे काँक्रीट उभ्या अगर जवळजवळ उभ्या दिशेने ग्राही–पात्राच्या मध्य भागात पडेल. (आ. १०६ पहा).

८७. ट्रक मिश्रक आणि आंदोलक

ट्रकवर बसविलेले उपकरण ट्रक मिश्रकाचा एक भाग असते आणि त्याच्यायोगे प्रमाण–नियंत्रक आणि फर्मे यांच्या दरम्यानच्या, रस्त्यावर ट्रक जात असताना, काँक्रीटचे मिश्रण होऊ शकते. आंदोलक हे, मिश्रित काँक्रीटमधील घटक भागाचे वियोजन होऊ नये म्हणून अभिकल्पित केलेली, हातवाहू यंत्रे असतात. कामावर मिश्रण नेले जात असताना मधून मधून त्यात सौम्य मिश्रण–क्रिया करून आंदोलक हे कार्य साध्य करतो. ह्या कारणाकरिता ट्रक मिश्रक तसेच उघड्या माथ्याचे परिभ्रामी पाती असलेले अगर फावडी बसविलेल्या प्रकाराचे आंदोलक (आ. १०७) वापरता येतात. हवामान आणि मिश्रणाच्या बनावटीवर अवलंबून राहून कधीकधी आंदोलकात मधूनमधून ढवळून $१\frac{१}{२}$ तासाइतक्या कालापर्यंत काँक्रीट सुघट्य व कामचलाऊ ठेवता येते. आंदोलक म्हणून जेव्हा ट्रकमिश्रक वापरण्यात येतात तेव्हा, मिश्रणाकरितां वापरले जातात त्यावेळच्यापेक्षा, ते कमी वेगाने

फिरविण्यात येतात आणि असा जेव्हा त्यांचा वापर केला जातो, तेव्हा ते पहिल्यापेक्षा $\frac{2}{3}$ ने जास्त असलेले वाटे हाताळू शकतात.



आ. १०६

मिश्रकातून कॉंक्रीट प्रस्रावित करण्याच्या योग्य आणि अयोग्य पद्धती. योग्य प्रकारे प्रस्राव नियंत्रण केला नाहीं तर परिणामकारक मिश्रणाने प्राप्त केलेल्या एकसारखेपणाचा वियोजनामुळे नाश होईल. 288 – D – 846

ट्रकमिश्रित कॉंक्रीटचा दर्जा नियंत्रित करण्यात अन्य प्रकारांच्या कॉंक्रीट मिश्रणात समान नसणाऱ्या समस्या निर्माण होतात. पुरेशी काळजी घेतली नाही तर नियोजन आणि संघनते-तील विचरणासारख्या त्रासदायक अवस्था इतक्या विस्तृत प्रमाणात आढळतात की

जलसिमेंट गुणोत्तरावरील नियंत्रण निकामी होते. योग्य संघनता असलेले काँक्रीट पुरेसे सुघट्य आणि कामचलाऊ असते, ते सहज जागेवर पसरता येते आणि सामान्य परिवहनात आणि हाताळणीत आक्षेपार्ह होईल इतके त्यात वियोजन होत नाही.



आ. १०७

पंपक्रीट यंत्राच्या पोषणनाळक्यात काँक्रीट सोडण्याकरिता उपकाँक्रीटच्या आधारस्तर वापरण्यात येत असताना – द्रव्याच्या वियोजनाचा बऱ्याच प्रमाणांत निरास करणाऱ्या आधारस्तरातील आंदोलकाकडे लक्ष द्या – 214 – TO – 5010 – CV

काँक्रीटमधील तपमानवृद्धीवर ज्या घटकांचा परिणाम होतो त्याच घटकांचा योग्य संघनता प्राप्त करण्याकरिता लागणाऱ्या पाण्याच्या राशीवरही परिणाम होतो. अंतर्वस्तूंचे गुणधर्म, वाहतुकीचे अंतर, मिश्रणाचे प्रमाण, ती उतरून घेण्यास लागणारा वेळ, हवामान आणि इतर बाबी हे ते घटक होत. अनियमित वितरण, वाहतुकीची लांब अंतरे, (काँक्रीट) थोडेथोडे आणि सावकाश टाकणे, गरम हवामान यांच्यासारख्या प्रतिकूल परिस्थितीत, काही प्रमाणात तरी एकसारखेपणा आणि दर्जा टिकविण्यातील समस्यात बरीच वाढ होते.

प्रस्थापित केलेल्या जलसिमेंट गुणोत्तराकरिता लागणाऱ्या पाण्यात वाढ करण्यास परवानगी नसते. (कॉंक्रीटच्या जागेवरील) वितरणाचा आणि टाकण्याचा वेग वाढवून आणि अन्य कारणामुळे होणाऱ्या विलंबाचा निरास करून अवपात हानि कमीत कमी करण्याकरिता आगाऊ काळजी घ्यावी. विलंबकराचा वापर करणे कधीकधी फायदेशीर असते. गरम हवामानात शक्य तितके कॉंक्रीटचे तपमान ७० ते ८० अंश F च्या टप्प्यात राखावे. हे –

(१) थंड मिश्रण–जल अगर बर्फ वापरून,
(२) बाष्प शीतन व्हावे म्हणून मिलाव्यांच्या ढीगावर सावली करून अगर फवारे मारून (त्यातील) द्रव्ये शक्य तितकी गार ठेऊन,
(३) गरम सिमेंट वापरण्याचे टाळून,
(४) मिश्रक पिपांना पांढरा रंग लाऊन आणि ते सफेत ठेऊन, साध्य करता येते.

गरम हवामानात विशेषेकरून ट्रकमिश्रित कॉंक्रीटमध्ये पुष्कळ वेळा बरीच अवपात हानि होते. प्रारंभिक मिश्रण क्रिया ३० फेरे झाले की थांबवून आणि प्रमाणाबाहेर मिश्रण करण्याचे टाळून अशी हानि कमीत कमी करता येते. काही परिस्थितीत जेथे ह्या उपायांनी अवपात हानि सुधारता येत नाही तेथे कामाच्या जागेवरच सर्व पाणी घालून अगर संपूर्ण मिश्रण करून अगर द्रव्यांचे केंद्रीय शुष्क प्रमाण–नियंत्रण करून सोयीस्कर अशा मिश्रकात त्यांचे संपूर्ण मिश्रण करून या अडचणी कमीत कमी करता येतात. तीव्रतेचे ऊष्ण हवामान असताना काही प्रकल्पावर (कॉंक्रीटच्या) मिश्रणाची आणि जागेवर टाकण्याची कामें रात्री करण्यात आली आहेत.

ब्यूरोच्या प्रकल्पांवर जेथे ट्रकमिश्रक वापरण्यात येतात तेथे प्रत्येक बाटच्यामधील कॉंक्रीट एकसारखे राहील अशी खात्री मिळण्याकरिता काही विशिष्ठ पद्धती वापरल्या आहेत त्यांचा अवलंब करावा आणि ज्या विशिष्ठ दक्षता घ्याव्या लागतात त्या घ्याव्यात. त्या खाली दिल्या आहेत.

१) प्रत्येक मिश्रकावर पुरवठा टाकी आणि मिश्रक यांच्या दरम्यान एक बिनचूक जलमापक बसवावा व ह्या मापकावर सूचक तबकडी आणि योगकर्ता बसविलेला असावा.

२) प्रत्येक मिश्रकावर खात्रीलायक परिक्रमणगणक बसविलेला असावा व तो गणक मिश्रण किती प्रमाणात झाले (वेग नव्हे) ते दाखवील अशा तऱ्हेने पुन्हा लावता यावा.

३) जेव्हा पिंप फिरत असते तेव्हा मिलावा, सिमेंट, आणि पाणी यांचे फीत–पोषित मिश्रण मिश्रकात घालावे.

४) योग्य अवपातापेक्षा जास्त वाढ होण्याची शक्यता टाळता येईल अशा तऱ्हेने प्रारंभिक मिश्रणजल मर्यादित करावे.

५) मिश्रण वेग ५० फेऱ्यापेक्षा कमी नाही अगर १०० पेक्षा जास्त नाही असे मिश्रण केले जात असताना मिश्रक, कार्यक्षमता–चांचणीच्या (पदसंज्ञा २६) गरजा पुऱ्या करील असा, वापरण्यापूर्वी निश्चित करावा.

६) मिश्रकाच्या कार्यक्षमता–चाचण्या घेऊन वाट्याच्या आकाराच्या प्रमाणात मिश्रण फेऱ्यांची अनुकूलतम संख्या प्रस्थापित करावी.

७) वितरणाच्या स्थानाजवळ संघनतेची तपासणी करण्यापूर्वी मिश्रण वेगाच्याजवळ असणाऱ्या फेऱ्याच्या संख्येच्या फक्त ७५ टक्के फेऱ्यातच वाट्याचे मिश्रण करावे, नंतर योग्य अवपात प्राप्त करण्याकरिता प्रस्थापित जल–सिमेंट गुणोत्तराकरिता लागणाऱ्या पाण्यापेक्षा जास्त नाही इतके पाणी घालून जरूर तितके फेरे देऊन मिश्रण करावे.

८) फर्म्याजवळ कॉंक्रीट आल्यावर त्याच्या संघनतेची सहज निश्चिती करता येईल असे एक द्वार मिश्रकात ठेवावे.

९) वितरणाचे कार्य होत असतानाच्या संपूर्ण कालात चुना आणि खडीचे प्रमाण निश्चितपणे सारखे रहावे म्हणून सर्व प्रयत्न करावेत.

(अ) जर वरील कार्यपद्धतीला अनुसरून हे ट्रकमिश्रक वापरण्यात येतील आणि (आ) अवपात विचरण, वियोजन, अगर अवपात हानि विनिर्देशांनी लादलेल्याल मर्यादांचे उल्लंघन झाले अगर फरम्याच्याजवळ मिश्रकातून कॉंक्रीट सहज निर्माण करण्यातील मर्यादांचे ठळकपणे उल्लंघन झाले तर त्यांचा वापर थांबविण्यात येईल अशी कबुली मिळाली तरच ट्रक मिश्रकांचा वापर करण्यास मान्यता द्यावी. ज्या संरचनात एका ट्रकपेक्षा कमी कॉंक्रीट लागते अशा विखुरलेल्या अति लहान संरचनांच्याकरिता मोठाले ट्रकमिश्रक वापरू नयेत. वाट्यामधील वापरलेल्या शेवटच्या भागात आक्षेपार्ह अवपात हानि होण्याचा संभव असतो.

स्थिर प्रकारच्या बिनकलंडणाऱ्या मिश्रकांच्याप्रमाणेच ट्रकमिश्रकात कधी कधी भरड मिलाव्यापासून चुन्याचे वियोजन होते. ग्राही पात्रात कॉंक्रीट उभ्या दिशेने खाली पडेल अशा तऱ्हेने आ. १०६ त दाखविल्याप्रमाणे प्रस्रावी प्रवणिकेची योजना करून ह्या परिस्थितीचे उपशमन करावे. तथापि मिश्रक पात्याची रचना आणि प्रस्रावयंत्रणा, प्रस्राव होत असण्याच्या संपूर्ण कालात भरड कणापासून सूक्ष्म कणापर्यंत मिलाव्याचे योग्य वितरण होईल अशा तऱ्हेने करणे हे सुद्धा महत्वाचे आहे. जर वाट्यामधील अखेरच्या भागात भरड मिलावा अतिरिक्त प्रमाणात असेल तर हा भाग ठेवून द्यावा आणि नंतरच्या वाट्यात मिसळावा. अशा परिस्थितीत राखून ठेवलेल्या राशीची भरपाई होईल इतका वाट्याचा आकार कमी करावा. काही ट्रकमिश्रकातील अशा प्रकारचे वियोजन, प्रस्राव होण्यापूर्वी मिश्रकाचे पीप १० ते १२ फेरे उलटया दिशेने फिरवून कांही प्रमाणात कमी करता येते.

तुलनेने भारी संरचनात कमी अवपात असतो आणि मोठ्या मिलाव्याचे (उदाहरणार्थ २ इंच अवपात आणि ३ इंच कमाल मिलावा) कॉंक्रीट विनिर्देशित केलेले असते तरी केंद्र मिश्रित कॉंक्रीटची वाहतूक करण्याकरिता ट्रकमिश्रक व आंदोलक वापरले तर

काँक्रीटचा सहज आणि एकसारख्या प्रमाणात प्रस्राव होत नाही म्हणून प्रस्राव जलद व्हावा याकरिता जास्त अवपात राखण्याच्या प्रवृत्तीमुळे भारी काँक्रीटच्या कामांवर ट्रकमिश्रक आणि आंदोलकाच्या वापरास उत्तेजन देऊ नये. जरी ते वापरले तरी ते अवपात आणि मिलाव्याच्या आकाराच्या निवडीचा एक घटक असू नयेत. कारण जागेवर टाकण्याच्या आणि काँक्रीटचे आधुनिक स्पंदक वापरून दृढीकरण करण्याच्या गरजांच्या दृष्टीने ते निर्धारित करावयाचे असतात.

ब्यूरोच्या कामावर जेथे ट्रकमिश्रक वापरण्यात येतात तेथे उपकरणांची उपयुक्तता आणि कार्यपद्धती व प्रमाणाबाहेर मिश्रण न होता पूर्णपणे मिश्रण होण्याकरिता लागणाऱ्या फेऱ्यांच्या संख्येची अनुकूलतम व्याप्ती निश्चित करण्याकरिता मधूनमधून मिश्रकाच्या निष्पादन चांचण्या कराव्या. ट्रकमिश्रक आणि आंदोलकातील प्रस्रावाची भरड मिलाव्या-तील वितरणात एकसारखेपणा आहे की नाही हे पहाण्याकरिता तपासणी करावी.

रेलगाडयावर बसविलेले आडव्या दिशेने फिरणारे आंदोलक मोठाल्या बोगद्यात काँक्रीट वाहून नेण्याकरिता प्रभावीपणे वापरण्यात आले आहेत. ह्यात (आंदोलकात) संपूर्ण लांबीपर्यंत नेलेले कुंडलीदार पाते जोडलेले असते, मात्र पिपाच्या प्रकाराचे फिरते असते. शेवटी असलेल्या द्वारांच्यामुळे आंदोलक एकमेकास जोडणे शक्य होते आणि अनेक आंदोलक एका मागे एक वापरता येतात. पिपातील द्वारामधून आंदोलक भारित करण्यात येतात. ६ घनयार्ड काँक्रीट इतकी त्यांची क्षमता असते. एकामागे एक जोडलेल्या आंदोलकातून प्रस्राव केला जात असताना ते सर्व एकत्र फिरविण्यात यावे. प्रस्राव होत असताना कुंडली-दार पात्यामुळे काही प्रमाणात मिश्रण होते व त्यामुळे मिलाव्यातील वितरण एक समान राहते. (आ. १०८)

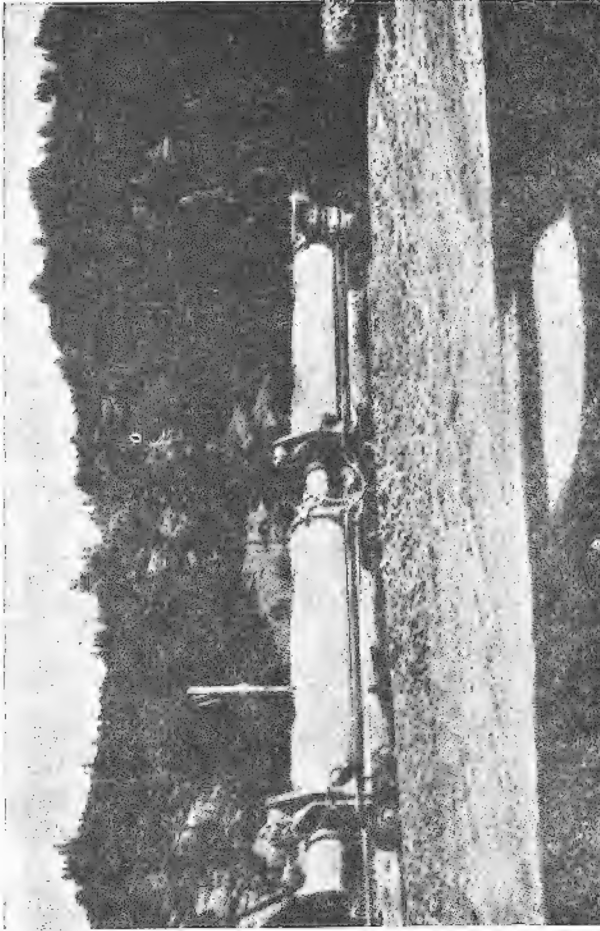
(उ) काँक्रीटचे गुण नियंत्रण

८८.–सामान्य चर्चा

एकसारख्या व स्वस्त काँक्रीटची निर्मिती प्रमाण–नियंत्रण आणि मिश्रण संयंत्राच्या निरीक्षणावर बरीचशी अवलंबून असते. मिलाव्याबर घेतलेल्या प्रतवारी आणि आर्द्रता चाचण्यांच्या निष्कर्षांचा उपयोग करून मिश्रणातील समायोजने करण्यात येतात. मिश्रकांत शिरणाऱ्या प्रत्येक अंतर्वस्तूची राशि आणि क्रम व मिश्रणकाल हे कमीत कमी विचरणाची खात्री रहावी म्हणून वरचेवर तपासण्यात येतात. संघनता, तपमान, वायुअंश आणि एकक वजन यांच्याकरिता मिश्रित काँक्रीटची चांचणी घेतली जाते आणि संपीडन परीक्षणाकरिता काँक्रीटची नळकांडी तयार करण्यात येतात. शक्य असेल तेथे मिलावा आणि काँक्रीटच्या चांचण्याकरिता एकाच वाटयामधील नमुने घ्यावेत.

नमुने घेण्याची वारंवारता, तयार करण्यात येणाऱ्या नळकांडयांची संख्या आणि ज्या कालाकरिता नळकांडयांची चाचणी करावयाची आहे ते काल, कामाचा आकार आणि

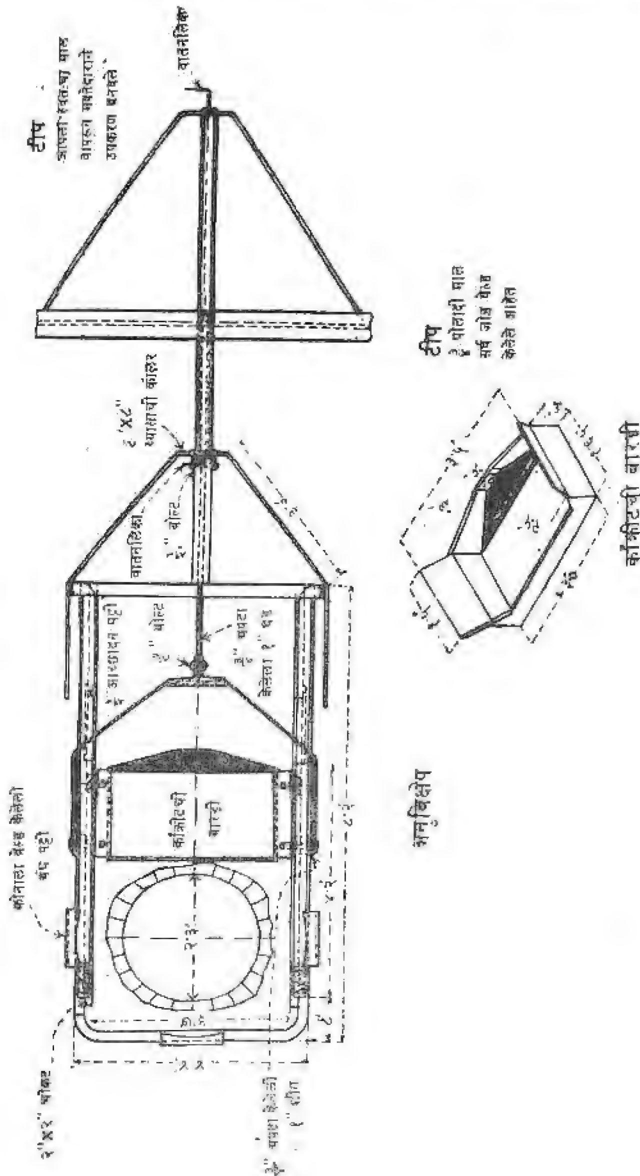
प्रकाराप्रमाणे बदलतात. सामान्यत: काँक्रीटच्या प्रत्येक प्रकाराचे नमुने दररोज काँक्रीट टाकले जात असताना एक वेळ घेण्यात येतात. तथापि जेथे मोठ्या राशींचा संबंध येतो तेथे काँक्रीटच्या प्रत्येक प्रकारचे नमुने दरएक पाळीत एकदा घेतले जातात. काँक्रीटमधील मिलावा काँक्रीटचे नमुने वापरण्यात आलेली द्रव्यें आणि नमुने घेण्यात येणाऱ्या दिवसा–मधील अगर पाळीतील काँक्रीट यांचे प्रातिनिधिक असावेत. वायुधारक काँक्रीटच्या जादा हाताळणीमुळे वायुअंशात घट होत असल्याने अन्य चांचण्या अगर नळकांड्यातील काँक्रीट पुन्हा न वापरता सर्व चांचण्या घेता येतील इतके काँक्रीटचे नमुने पुरेशा संख्येत असावेत.



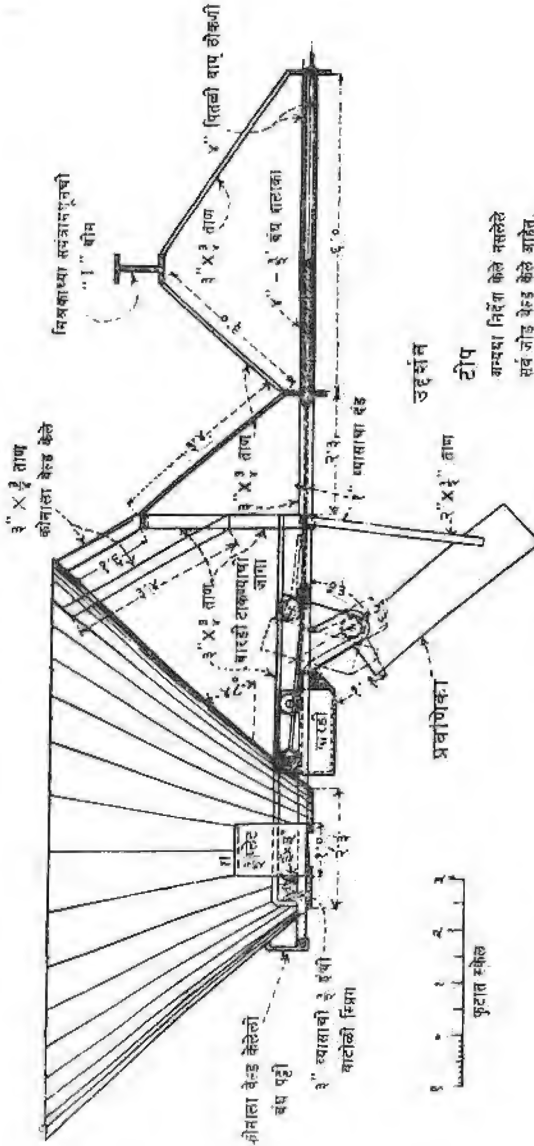
आ. १०८

कॅलिफोर्नियातील मध्यघाटी प्रकल्पातील विल्डर क्रीक बोगद्याचे काँक्रीट वाहून नेण्या–करिता वापरलेले आडवे आंदोलक. 214 – T D – 4115 – CV

ब्यूरोच्या विनिर्देशाप्रमाणे मिश्रक संयंत्राजवळचे प्रातिनिधिक चांचणी नमुने घेण्या-करिता आणि हाताळण्याकरिता मक्तेदाराला जरूर त्या सुविधांची तरतूद करावी लागते. फ्रियांट धरणावर मिश्रण संयंत्राच्या प्रस्तावी नाळक्यांच्या खाली बसविलेले नमुना घेण्याचे



साधन आ. १०९ मध्ये चित्रित केले आहे. तशाच प्रकारचे नमुना घेण्याचे उपकरण हंग्री हार्स धरणावर वापरले होते,



आ. १०९
ताज्या कॉंक्रीटचा नमुना घेण्याचे साधन. PX-D-25249

काँक्रीटच्या कामात अगदी अल्प कालात अगर मुळीच खोळंबा न होता प्रस्तावाच्या संपूर्ण अनुप्रस्थ-छेदामधून नमुना प्राप्त करण्यात येतो.

मिलावा आणि काँक्रीट या दोन्हींचे नमुने घेण्याचे स्थान असे असावे की अकारण श्रम न पडता पुरेशा संख्येत प्रातिनिधिक नमुने घेता यावेत. मिश्रकाच्या प्रस्तावाच्या सोयीस्कर-पणे जितके जवळ काँक्रीटचा नमुना घेण्याचे कार्य आयोजित करता येईल तितके ते करणे इष्ट असते. मोठ्या ग्राहक नाळक्यातील प्रस्तावातून जेव्हा नमुने घ्यावयाचे असतात तेव्हा होणाऱ्या वियोजनाच्या परिणामाचा निरास करण्याकरिता ह्याची आवश्यकता असते. मिश्रकामध्ये कोणच्या क्रमाने द्रव्ये घालावयाची तो क्रम प्रस्थापित करण्याकरिता तसेच मिश्रण काल आणि मिश्रणाची उपकरणे पुरेशी आहेत अगर कसे हे ठरविण्याच्या कामी उपयोगी पडणाऱ्या मिश्रक क्षमता चांचण्या (पदसंज्ञा २६), शक्य तितक्या मिश्रकांच्या तोंडाजवळ घेतलेल्या काँक्रीटच्या नमुन्यांवर करण्यात याव्या.

८९-संघनता

या नियम पुस्तिकेत अवपात चाचणीवरून मापन केलेल्या काँक्रीटची वहनक्षमता दाखविण्याकरिता " काँक्रीटची संघनता " ही संज्ञा वापरण्यात येते. योग्यप्रकारे (काँक्रीट) टाकता यावे याकरिता अवश्य असलेली संघनता आणि सुकार्यता यांचे प्रत्यक्ष नियंत्रण करणे आणि जलसिमेंट गुणोत्तराचे अप्रत्यक्षपणे नियंत्रण करणे हा अवपाताचे नियंत्रण करण्याचा उद्देश असतो व एकाच मिश्रणातील तीच संघनता प्राप्त केलेल्या पुनरावृत्त वाट्यात तोच जलांश असतो आणि परिणामतः तेच जल–सिमेंट गुणोत्तर असते हे यांतील तत्व आहे. मात्र वाट्याचे वजन, मिलाव्याची प्रतवारी, आणि द्रव्यांचे तपमान यासारखे घटक बरेचसे एकसमान असावे लागतात. वर उल्लेख केलेल्या घटकांतील सामान्य विचरणांच्या पेक्षा जलांशातील विचरणाचा अवपातावर पुष्कळच अधिक ठळक परिणाम होतो म्हणून जेथे प्रतवारी आणि प्रमाण–नियंत्रण साधारण चांगल्या प्रकारे ताब्यात ठेवलेली असतात अशा कामावर अवपातातील विचरण, जलांश आणि जल–सिमेंट गुणोत्तर यांच्यातील विचरणांच्यात, प्रतिबिंबित होते. उलटपक्षी जर मिलाव्यातील आर्द्रतांश एकसमान असेल आणि मिश्रकात पाण्याच्या ठरावीक राशी घातल्या असतील तर अवपात चांचणीवरून प्रतवारीतील विचरणे अगर प्रमाण-नियंत्रणातील चुका दिसून आल्या पाहिजेत. या चर्चे-करिता संघनता नियंत्रण हे एकसमान अवपात प्राप्त करण्याकरिता मिश्रकात घालाव्या लागणाऱ्या पाण्याच्या राशीचे नियमन आहे असे मानण्यात येते.

नियंत्रणाच्या आदर्श परिस्थितींच्याकरिता इच्छित अवपातापेक्षा किंचित कमी अवपात असताना मिश्रण सुघट्य स्थितीत राहील इतकेच सुरवातीस पाणी घालावे. नंतर हे मिश्रण आणखी पाणी घालून इच्छित संघनता प्राप्त होईल असे तयार करावे. विशिष्ठ अवपात मिळण्याकरिता वाट्यामध्ये पाणी घालणे हे फार नाजूक काम असते कारण जलांशांत केवळ ३ टक्के फरक झाला तर अवपातात १ इंच फरक पडण्याइतका त्याचा परिणाम होतो. तसेच

मिलाव्यात स्थिर आर्द्रतावस्था राखण्याचे महत्व दर घ. यार्डास ३७ टक्के वाळू आणि १.४ पिपे सिमेंट यांच्यापासून तयार केलेल्या मिश्रणाकरता केवळ वाळूतील पृष्ठीय आर्द्रतेत १ टक्का (वजनी) फरक झाला असता अवपातात १$\frac{1}{2}$ इंचाइतका फरक पडतो या गोष्टीवरून दिसून येईल.

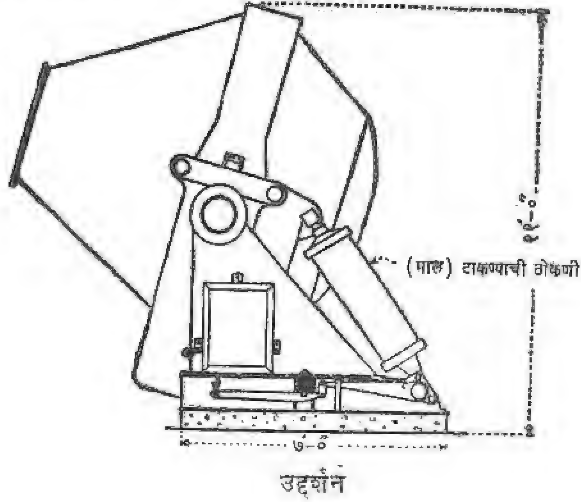
ज्या कामांवर मिलावा आणि आर्द्रता यांची परिस्थिती भरीव प्रमाणात एकसारखी असते तेथे बऱ्याचशा वाट्यांकरिता इच्छित अवपात मिळण्यास लागणारे सर्व मिश्रणजल एकाच खेपेत घालता येते. मिश्रण संयंत्राजवळ वाळू ओली करू नये; खरे म्हणजे जर ती आर्द्र प्रक्रियेची असेल–ही सामन्यपणे घडणारी वस्तुस्थिती असते–तर संयंत्राजवळ वाळू पोहोचण्यापूर्वी तिचा चांगल्याप्रकारे निचरा केला पाहिजे. जेव्हा भरड मिलाव्याचा पृष्टभाग ओलसर असतो पण ओला नसतो तेव्हाची परिस्थिती आदर्श असते, पण अशी परिस्थिति क्वचितच आढळून येते. मिलाव्याची प्रतवारी एकसारखी ठेवणे, आणि अचूक प्रमाण–नियंत्रण करणे व हे सर्व इतक्या दर्जाचे करणे की संकुचित मर्यादात संघनता-नियंत्रण शक्य झाले पाहिजे. ह्याची सर्व जबाबदारी मक्तेदारावर असते. ह्या परिस्थितीत संघनता–नियंत्रण ही पूर्वीच्या वाट्यातील संघनतेमध्ये दिसून आलेले अल्पसे विचरण दूर करण्यासाठी पाण्याचे मान बदलणे एवढीच बाब होऊन रहाते. जेव्हा एकसारख्या प्रतवारीचा शुष्क पृष्ठ मिलावा वापरण्यात येतो तेव्हा विचरण कमीत कमी होते.

संघनता नियंत्रणाच्या वेळी काँक्रीटचे मिश्रण केले जात असताना त्याचे निरीक्षण करणे महत्वाचे असते. अवपात चांचणी करण्यापूर्वी मिश्रकामधील काँक्रीटच्या क्रियेची निरीक्षकाने पाहणी करून अवपाताचा अंदाज करावा. बऱ्याच अनुभवानंतर अवपाताचे अनुमान करण्यात उल्लेखनीय अचूकता प्राप्त करता येते आणि इच्छित अवपात निर्माण करण्यात मिश्रकावरील कर्मचारी उच्च प्रकारे निष्णात होऊ शकतात. काँक्रीट प्रवणिकेतून खाली जात असताना आणि परिवाहक पात्रात ते पडत असताना त्याचा अवपात आणि रूप यांचा सहसंबंध ठेवण्याने ह्या संघनता–नियंत्रणास आणखी मदत मिळते.

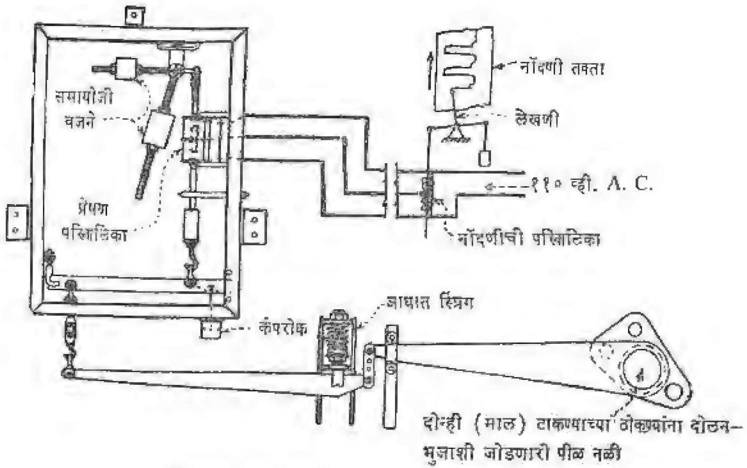
मोठाल्या कामावरील मिश्रण संयंत्रांच्यावर संघनता-मापक बसविण्याची आवश्यकता असते. पिपाच्या आतल्या बाजूस आंसावर बसविलेले स्थिर प्रतिक्रिया कोन अगर वळवता येणारे कोन, बिनकलंडणाऱ्या मिश्रकात, काही व्यापारी संयंत्रात वापरण्यात आले आहेत. कलंडणाऱ्या मिश्रकांत ही पद्धत वापरण्याने निर्माण होणाऱ्या यांत्रिकी समस्या टाळण्यासाठी ब्यूरोच्या काही प्रकल्पावर मक्तेदारांनी मिश्रकाच्या चलित्रात खर्च होणाऱ्या शक्तीतील विचरणांचे मापन करण्याकरिता विद्युत् परिपीडन मापक वापरले आहेत. पारेषण तारांतील विचरणामुळे संघनता संकेतात आक्षेपार्ह चुका निर्माण होणार नाहीत अशा प्रकारे ह्या मापकांचे अभिकल्पन करावे. पुरेसे संवेदनाक्षम तरीपण अतिभाराला प्रतिरोध करू शकतील इतके शक्तिशाली मापकांचे रोहित्र बनविले पाहिजेत.

संघनता–मापकाचा परिपीडन प्रकारात घट्ट, निबल काँक्रीटच्या अवपातातील फरक नोंद करण्याकरिता लागणाऱ्या संवेदन क्षमतेची उणीव भासते. या अडचणीमुळे ग्रँडकूली

धरणावर एक प्रकाराचा मापक विकसित करावा लागला. अशा प्रकाराच्या मापकामुळे वाटीच्या प्रकाराच्या कलंडणाऱ्या मिश्रकातील कांक्रीटच्या अतिसंतुलन परिणामातील फरक



उद्दर्शन



सुसंजनता मापी संयोजनाचा तपशील

आ. ११०

संघनता-मापकाच्या जोडणीचा तपशील. ब्यूरोच्या अनेक प्रकल्पांवर एकसारखा अवपात असलेले कॉंक्रीट निर्माण करण्यात संघनता-मापकांची भरीव प्रमाणात मदत झाली आहे. (वर) दाखविलेली उभारणी ४ घ. या. मिश्रकाची आहे.

दर्शविला जातो. त्याच्या नित्याच्या परिचालन स्थानात मिसकाचा घूर्णाक्ष कलता असतो. वाटीच्या पाठीमागे कॉंक्रीट कोणत्याही प्रकारे साचले की मिश्रकाचा त्याच्या कुण्यावरील तोल बिघडतो आणि त्यामुळे अक्षाचे कलन वाढते; सुकी मिश्रणे जास्त पातळ असलेल्या मिश्रणांपेक्षा जास्त उंचावतात आणि त्यामुळे उलटण्याच्या ह्या प्रवृत्तीत वाढ होते आणि अशा तऱ्हेने मापकावरील पाठ्यांकांत बाधा येते. खुद्द मापकात कलंडत्या चौकटीवर दुवे आणि तरफांची योजना केलेली असते व ती उशीसारखा परिणाम करणाऱ्या वायु नळ-कांड्यामधून नेलेल्या स्प्रिंगच्या वलयाला जोडलेली असते. पिपाच्या कलंडण्याच्या दाबा-मुळे ही स्प्रिंग जसजशी हटते तसतसा सॉलेनाइड क्रियाशील होतो. अशा रीतीने जेव्हा ह्या सॉलेनाईडच्या गाभ्याचे संचलन होते तेव्हा स्थिर वलयातील विद्युत् प्रवाहात बदल होतो व अभिलेखन टाकाचे परिचालन करणाऱ्या जोडीदार सॉलेनाईडकडे पारेषित होतो. ह्या मापकाचा वापर करताना मिलाव्याचे अचूक प्रमाण–नियंत्रण करणे आणि मिलाव्यात योग्य प्रमाणात एकसारखेपणा असणे महत्वाचे असते. खरे म्हणजे तो वाटयाची वहनक्षमता मोजण्याचे एक साधन असतो आणि त्यात दाखविणेत आलेले फरक, जलांशातील फरका-मुळे होण्याऐवजी अन्य कारणामुळेही झालेले असतात.

हंग्री हॉर्स, शास्ता आणि फ्रिअंट धरणावरील मिश्रण संयंत्रात बसविलेले संघनतामापक (आ. ११०) ग्रँडकूली धरणावरील मापकांची सुधारित (आवृत्ती) होते.

जरी संघनता–मापक मिश्रणाच्या संघनतेतील फरक दाखवितात, आणि कॉंकीटमध्ये एकसारखेपणा राखण्याकरिता लागणारी माहिती पुरवितात तरी वारंवार अवपात चाचण्यावरून व ह्या चांचण्यांच्या निष्कर्षाची, तत्सम संघनता आरेखाच्यासमोर अभिलेखक सुरळीवर नोंद करून त्यांच्या वापराला जोड दिली पाहिजे.

९० - अवपात

ब्यूरोच्या विनिर्देशांप्रमाणे स्पंदन करून समाधानकारकपणे कॉंक्रीटचे दृढीकरण करण्या-करिता लागणारा अवपात कमीत कमी असावा लागतो आणि अशाप्रकारचे कॉंक्रीट हाताळू आणि जागेवर टाकू न शकणाऱ्या उपकरणाचा वापर करण्यास बंदी घालावी असे त्यांत म्हटले आहे. निरीक्षकाला कॉंक्रीट टाकण्यास बाधा येणारी फर्म्यांतील परिस्थिती आणि योग्य प्रकारे काम देणाऱ्या आधुनिक स्पंदकापासून काय अपेक्षा करता येईल यासंबंधी सखोल ज्ञान असणे अव्वल महत्वाचे असते कारण त्यामुळे त्याला कामातील प्रत्येक भागा-करिता लागणाऱ्या कॉंक्रीटमध्ये शक्यतो किमान अवपात किती असावा हे निश्चित करता येते. कॉंक्रीट पूर्ण स्पंदनासह टाकण्यासाठी व्यवहार्य असलेल्या सर्वात सुक्या कॉंक्रीटची संघनता निश्चित करावी आणि या संघनतेचे कॉंक्रीट वापरावे.

अवपाताच्या संबंधीच्या विनिर्देशांच्याप्रमाणे जागेवर अवपात चांचण्या कराव्या लागतात. मात्र प्रमाण–नियंत्रण कार्यावर योग्य ताबा राहण्यासाठी संघनतेची तपासणी मिश्रक संयंत्रा-जवळ वरचेवर करण्याची गरज असते. ज्या नमुन्यांची नळकांडी ओतली त्या नमुन्यांवर

सुद्धा अवपात चाचण्या मिश्रकाजवळ करण्यात येतात. जेव्हा फर्म्यापासून मिश्रकाचे अंतर बरेच असते तेव्हा मिश्रकाजवळ जेथे कॉंक्रीट टाकावयाचे त्या ठिकाणावर हाताळले जात असताना होणारी अवपात हानी निश्चित करण्याकरिता मधून मधून त्याच वाट्यामधील (कॉंक्रीटचे) अवपात घ्यावेत.

मिश्रक आणि फर्म्यांच्या दरम्यान, (कॉंक्रीट) हाताळले जात असताना, ब्यूरोच्या विनिर्देशांतील अनुज्ञेय १ इंच अवपातापेक्षा कधीकधी जास्त होतो. कधीकधी ही अतिरिक्त हानि, अंशत: तरी सिमेंटच्या आभासी पक्वतेमुळे घडून येते. परंतु हे कारण सोडून देऊनही ही हानि कमी करण्याकरिता अनेक नियंत्रणे अस्तित्वात आहेत. त्यापैकी सर्वात जास्त महत्वाची नियंत्रणे, कमी वाहतुक आणि शीघ्र हाताळणी, ही होत. विशेषत: उष्ण हवामान असेल तर कॉंक्रीटचे फर्म्यांच्या जवळ मिश्रण करणे आणि लांब प्रवणिकातुन अगर वाहक पट्टावरून पातळ प्रवाहाच्या स्वरूपात टाकण्यापेक्षा गाड्या अगर बारड्या-सारख्या सुसंहत संचांतून ते हाताळणे सामान्यत: चांगली प्रथा असते. जेथे लांब प्रवणिका अगर पट्टांची जरुरी असते तेथे त्यांच्यावर चांगली सावली असावी आणि वाऱ्यापासून त्यांचे संरक्षण करावे. कॉंक्रीटच्या पंप नळ्या आच्छादित करण्याने अगर गोणपाटात गुंडाळून व समांतर असलेल्या सच्छिद्र नळ्यांतील पाण्याने भिजविण्याने चांगला परिणाम होतो. विभाग १२७ मध्ये चर्चा केल्याप्रमाणे ज्या कोणच्याही उपायाने कॉंक्रीटचे तपमान खाली आणता येते त्याच उपायाने अवपात हानीही कमी करता येते. मिश्रकापाशी अवपातात वाढ करून अतिरिक्त अवपात हानीची भरपाई करता येते. पण याकरिता अधिक पाणी आणि सिमेंट लागते आणि कॉंक्रीट वाहून नेले जात असताना वियोजनात वाढ होते, म्हणून वरील उपायाला मान्यता देऊं नये.

गरम हवामानात कधीकधी प्रस्थापित मिश्रकातील पाण्याच्या गरजा, अवपात हानी-खेरीज अन्य कारणामुळे वाढल्याचे दिसून येते. जेव्हा अशी वाढ उच्च तपमानांच्याचमुळे झाली आहे अशी खात्री असते तेव्हा जलसिमेंट गुणोत्तर टिकून राहण्याकरिता लागणाऱ्या सिमेंटच्या राशीच्या काही भागाइतकाच सिमेंटचा अंश वाढवावा. कारण उच्च तपमानात होणाऱ्या बाष्पीभवनामुळे अशा प्रकारची भरपाई होऊ शकते. गरम हवामानात साध्या कॉंक्रीटच्या मिश्रणात सामान्यपणे आढळून येणारी पाण्याची वाढलेली गरज आणि शक्तीतील घट यांची भरपाई करण्याकरिता स्वस्त जलघटी आणि पक्वताविलंबी संमिश्रणे वापरावीत.

परिशिष्टातील पदसंज्ञा २२ प्रमाणे जेव्हा अवपात चांचणी करण्यात येते तेव्हा ती सं घनता-मापकापेक्षाही जास्त काम देते. अवपातित नमुन्यांच्या फुगवट्यावरून सुघट्यता सूचित केली जाते. टोकणी-दंडाने कॉंक्रीटच्या नमुन्यावर ठोके मारले असताना जर तो फुटला नाही अगर विशीर्ण झाला नाही तर तो समाधानकारकपणे संसंजक असतो (आ. २ पहा).

९१–संपीडक शक्ती

योग्य प्रकारे निर्वचन केल्यास काँक्रीटच्या चांचणी–नळकांड्यांची संपीडक शक्ती हे काँक्रीटच्या संभाव्य दर्जाचे एक मौलिक लक्षण होते. योग्य प्रकारचे मिश्रण प्राप्त करण्यात मदत मिळावी म्हणून काँक्रीटच्या कामांच्या पहिल्या टप्प्यात काँक्रीटच्या सुरवातीच्या काळातील शक्तींच्या चाचण्या करणे इष्ट असते. जरी या चांचण्या ७ दिवसांच्याही आधी केल्यास उद्दिष्ट तितक्याच चांगल्या प्रकारे साध्य होत असले तरी सामान्यतः ७ दिवसांनी नळकांडी फोडून हा उद्देश साध्य करता येईल. नंतरच्या काळात केलेल्या शक्तीच्या चांचण्या अधिक प्रमाणात संरचनेतील प्रत्यक्ष शक्तीच्या द्योतक असतात आणि संदर्भ म्हणून त्या जास्त मौलिक ठरतात. काँक्रीटचे गुणधर्म प्रस्थापित केल्यानंतर जेव्हा नवीन मिश्रणे वापरण्यात येतात अगर जेव्हा काहीशी असाधारण परिस्थिती आढळून येते तेव्हाच अशा लवकरच्या कालातील शक्तीच्या चांचण्या कराव्यात एरव्ही त्या घेण्याचे बंद करावे.

जेव्हा कामाची प्रगती व्यवस्थितपणे होत असते तेव्हा घेतलेल्या काँक्रीटच्या प्रत्येक नमुन्यातून दोन नळकांड्यांवर २८ दिवसांनी चांचण्या कराव्या (चि. ८८ पहा). ज्या प्रकल्पावर मोठ्या प्रमाणात काँक्रीट लागते अगर जेथे पोझोलानी द्रव्ये वापरली जातात तेथे घेतलेल्या ह्या नमुन्यांतील अंदाजे प्रत्येक दहाव्या नमुन्यातील ९०, १८० आणि ३६५ दिवसांनी चांचण्या करण्याकरिता नळकांडी काढून घ्यावीत; अन्य प्रकल्पांच्यावर ९० दिवसांनी चांचणी करण्याकरिता दर आठवड्याला एक नळकांडे काढून घ्यावे. मिश्रणात जर बऱ्याच प्रमाणात फरक पडत असेल तर आणखी नळकांडी घ्यावी लागतील. जर मुरवण खोलीकरिता जागा उपलब्ध नसेल तर बऱ्याच पूर्वी घेतलेले नमुने २८ दिवसांनी तेथून हलवावेत आणि जेथे ते गोठून जाणार नाहीत अशा दमट वाळूत ठेवावेत.

प्रकल्पावर जेव्हा मुरवणाच्या आणि चांचणी उपकरणाच्या सोयी उपलब्ध असतात तेव्हा सामान्यतः बिडाच्या फर्म्यात नळकांडी ओतण्यात येतात. (परिशिष्टातील २९ वी पदसंज्ञा पहा). अंतिम पक्वता प्राप्त होईतो नळकांड्यांची जरूरीपेक्षा जास्त हलवाहलवी करू नये आणि विशेषेकरून पहिल्या चोवीस तासात ती हाताळूही नयेत. त्यांचे ७० F अंशाच्या बऱ्याच वर अगर खाली असणाऱ्या तपमानापासून आणि आर्द्रता हानीपासून संरक्षण करावे.

ज्या प्रकल्पांच्यावर बांधकामांची कामे विस्तृत क्षेत्रात पसरलेली असतात आणि ती सुटी सुटी असतात तेथे संपीडक शक्तीचे नमुने बनविण्याकरिता टिनच्या भांड्यांचे फर्मे वापरणे केव्हा केव्हा इष्ट असते. प्रयोगावरून असे दिसून आले आहे की टिनच्या भांड्यात ओतलेल्या नळकांड्यांची शक्ती (परिशिष्टातील पदसंज्ञा ३०) जेव्हा ती मुरवण कालात ७३·४ अंश F तपमानात अगर त्याच्या जवळपास ठेवण्यात येतात तेव्हा बिडाच्या फर्म्यात ओतलेल्या आर्द्रतावस्थेत ७३·४ F अंश तपमानात मुरवलेल्या नमुन्यात प्राप्त झालेल्या शक्तीच्या १० टक्क्याच्या आत असते. मात्र ती भांडी प्रमाणापेक्षा जास्त भरलेली नसावीत. हे भांडे तोंडाच्या खाली अर्ध्या इंचापेक्षा जास्त भरलेले नसावे, नमुन्याचा माथा एकसारखा

करावा आणि कडेला उंचवटे न राहतील असा समतल करावा. चाचणी नमुने ओतण्यात व त्यांची साफसफाई आणि मुरवण करण्यात अधिक काळजी घ्यावी.

जेव्हा नळकांडी बाहेर पाठवायची असतात किंवा जेव्हा नमुने योग्य प्रमाणात आर्द्र अवस्थेत नेविणे हवामानाच्या परिस्थितीमुळे व्यवहार्य ठरत नाही तेव्हा (ती नळकांडी नेण्याकरिता) डब्यांचा वापर करणे विशेष फायद्याचे असते. ज्या प्रकल्पावर संपीडन चांचण्यांच्या यंत्राची तरतूद केलेली नसते तेथे डब्याचे फर्मे वापरण्याची प्रथा ठेवावी आणि ते सर्वात जवळ असलेल्या ब्यूरोच्या यंत्रसज्ज प्रयोगशाळेत चांचणी घेण्याकरिता पाठवून द्यावेत.

कॉंक्रीटच्या नियंत्रणाकरिता चाचणी नळकांडी ओतण्याकरिता पुठ्ठ्यांचे अगर कागदी फर्मे वापरू नयेत. प्रयोग शाळेतील चांचण्यावरून आणि जागेवरील अनुभवावरून असे दिसून आले आहे की अशा फर्म्यांत तयार केलेल्या नळकांड्याच्या संपीडक शक्तीविषयीचे निकाली आकडे बरेच कमी असतात. ज्यांचे लागलीच बाष्प मुरवण केले होते अशा फर्म्यांत ओतलेल्या नळकांड्यांवर मुरवण काळात आडव्या दिशेने चिरा पडल्या अशी नोंद आहे.

परिशिष्ठाच्या २९, ३० आणि ३१ व्या पदसंज्ञात नमुन्यांच्या मुरवणाच्या अनुमोदित पद्धतीचे वर्णन करण्यांत आले आहे. नमुन्यांतून आर्द्रतेची हानि होऊ देऊ नये आणि नळकांड्यांचे तपमान शक्यतो ७३.४F अंशाच्या आसपास ठेवावे. मानक मुरवणाऐवजी बांधकामाच्या जागेवर संपीडक शक्तीचे नमुने कार्यमुरवणीत करू नयेत. कामाच्याजवळ अनिर्बंधित तपमानात मुरवण केलेल्या नमुन्यांचा, फर्मे काढून घेण्याकरिता अगर वाहतुकीचा भार सहन होण्याकरिता किती वेळ लागेल हे दाखविण्याकरिता, उपयोग होतो. तथापि अशा-प्रकारे मुरवण केलेल्या नमुन्यांचा ज्या शक्तीकरिता अभिकल्पन केले आहे आणि कॉंक्रीटचे विनिर्देश लिहिले आहेत त्या शक्तीचे मापन करण्याकरिता उपयोग होत नाही. कार्य-मुरवणित नमुन्यांच्या शक्तित्वामुळे दिशाभूल होते कारण संरचनेतील कॉंक्रीटच्या शक्तीपेक्षा त्या फार कमी असतात. याचे मुख्य कारण हे आहे की उघडा पृष्ठभाग आणि आयतन यांचे गुणोत्तर जास्त असते. मानव-शक्ति मुरवणापेक्षा कार्यमुरवणीत नमुन्यांच्या शक्ती जरी कमी असल्या तरी सारणी ३ मधील आधार सामुग्रीवरून असे दिसते की संरचनेमधून घेतलेल्या गाभ्यांची शक्ती तुलनीय मानक-मूरवणीतील नियंत्रण नळकांड्यांच्या शक्तीपेक्षा सामान्यपणे जास्त असते.

चांचणी नळकांड्यांना टोप्या घालणे आणि त्यांचा विनाश करणे यांच्या मान्य पद्धतीचे परिशिष्ठातील ३२ आणि ३३ व्या पदसंज्ञांत वर्णन केले आहे.

कॉंक्रीटचा दर्जा जाणून घेण्याची एक सोपी आणि शीघ्र परीक्षा कधींकधी "स्विस हातोडी" या नांवाने संबोधण्यात येणाऱ्या कॉंक्रीटच्या संघट्टन चांचणी हातोड्याने करावी. कॉंक्रीटची अविनाशी चांचणी करण्याकरिता वापरण्यात येणारे हाताने चालविण्याचे हे एक उपकरण आहे. कॉंक्रीटची शक्ति आणि नियंत्रित परिस्थितीत ठेवलेल्या कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागावर पोलादी दट्ट्याने आघात केल्यामुळे निर्माण झालेली उसळी यांच्यामधील स्वेच्छानुसारी संबंधावर ही चांचणी आधारलेली आहे.

आघात चाचणी हातोडा, अचूकतेची खात्री पटण्याकरिता प्रत्येक विशिष्ट मिश्रणाकरिता अंशांकनित केला पाहिजे. हातोड्याचे पाठ्यांक व बांधकामात वापरण्यात येणाऱ्या मिश्रणातूनच तयार केलेल्या नळकांड्यांची संपीडक शक्ती यांच्या सहसंबंधावरून हे अंशांकन प्राप्त केले जाते. मिलाव्याचा प्रकार अगर अंश, जल–सिमेंट गुणोत्तर, सिमेंट अंश अगर अवपात यांच्यासारख्या मिश्रणाच्या गुणधर्मात जर फरक पडला तर नमुन्यांचे नवीन संच घेऊन उपकरणाचे पुन्हा अंशांकन करावे लागेल. जेव्हा ही अंशांकनें करण्यात येतात तेव्हा नमुन्याचे जातीने विस्थापन होऊं नये म्हणून नळकांड्याच्या अंतिम शक्तीच्या अंदाजे १५ टक्क्याइतकी शक्ती राहील असे नळकांडे चांचणी यंत्रात अवरुद्ध करावे. एकसमान निष्कर्ष प्राप्त व्हावेत म्हणून प्रथम कॉंक्रीटचा पृष्ठभाग गुळगुळीत ठेवणे जरुरीचे असते. याकरिता उपकरणाबरोबर एक कुरुंदाचा दगड पुरविला जातो. जाळीदार अनुभागांच्यावर अगर संरचनेतून बाहेर आलेल्या मिलाव्याच्या एकाच तुकड्यावर खात्रीलायक मापन करता येत नाही.

प्रयोग शाळेत केलेल्या चांचण्यांवरून असे दिसून आले आहे की आघात–हातोडा वापरण्याला खालील मर्यादा आहेत.

(१) वाटेल तसे निवडलेल्या नमुन्यांच्यावर घेतलेले हातोडा–पाठ्यांक शक्तीचे खात्रीलायक द्योतक नसतात कारण कॉंक्रीटमधील अन्य गुणधर्मातील विस्तृत फरकांचाही हातोड्याच्या उसळीवर परिणाम होतो.

(२) नमुने अवरुद्ध केल्याचा परिणाम उच्चतर उसळी–पाठ्यांक मिळण्यात होतो.

(३) निरनिराळ्या मिलाव्यांच्याप्रमाणे आणि कॉंक्रीटच्या पृष्ठीय पोतांप्रमाणे आणि सपाट व गोल पृष्ठांप्रमाणे हातोडा--पाठ्यांक बदलतात.

(४) फर्मे किती लवकर काढता येतील हे ठरविण्याकरिता हातोडा वापरता येत नाही.

(५) वायुधारित आणि साध्या कॉंक्रीटच्या उसळी–पाठ्यांकात म्हणण्यासारखा फरक नसतो.

(६) एक दिवसाच्या आर्द्र आणि सुक्या कॉंक्रीटमध्ये म्हणण्यासारखा फरक नसतो परंतु जेव्हा कॉंक्रीट ३ वर्षाइतके पुराणे होते तेव्हा १० अंशाइतका फरक पडतो.

(७) अनवरुद्ध नमुन्यांवर, पातळ लाद्यांवर, भिंतीच्या छेदांवर अगर लांब तुळयांच्यावर घेतलेले पाठ्यांक कमी असतात. कारण हातोड्याच्या काही आघातामुळे उद्देश्य क्षेत्रात प्रत्यक्षपणे विस्थापन होते.

या उपकरणाने विशिष्ट मिश्रणातील बाट्यांचा एकसारखेपणा तपासता येतो.

९२–वायु अंश आणि एकक वजन

ज्या कॉंक्रीटची नळकांडी बनविली आहेत त्यातील प्रत्येक नमुन्याकरिता वायु अंश निर्धारित करावा (पहा अ. ८८) . दाब पद्धतीवर चालणारे अनेक खात्रीदायक वायुमापक

बाजारात उपलब्ध आहेत. परिशिष्टातील २४ व्या पदसंज्ञेत दाब पद्धतीने वायु अंश निर्धारित करण्याकरिता सूचना दिल्या आहेत.

कॉंक्रीटच्या एकक वजनाचे निर्धारण ही एक महत्वाची नियंत्रण चाचणी आहे आणि ती ज्या कॉंक्रीटची नळकांडी तयार केली आहेत त्यातील प्रत्येक नमुन्याकरिता करावी. ती वायु अंशाच्या निर्धारणाच्या बरोबर करता येते (पद संज्ञा २४) अगर स्वतंत्र चाचणी म्हणून करता येते (पद संज्ञा २३). अंतर्वस्तूंच्या विशिष्ठगुरुत्वासह एकक वजनामुळे एकक सिमेंट व जलांश आणि दर बाटचातील कॉंक्रीटची राशी यांच्या संगणनाला सोयीस्कर आधार प्राप्त होतो. तसेच त्यामुळे वायुमापकाने निर्धारित केलेल्या कॉंक्रीटमधील दिग्दर्शित वायु अंशाचे परीक्षण करता येते. सामान्यपणे दाबपद्धतीत अगर भारात्मक पद्धतीने निर्धारित केलेल्या दत्त कॉंक्रीट-मिश्रणातील धारित वायूच्या राशीत विशेषतः जेव्हा $\frac{1}{2}$ घ. फूटाचे अगर त्यापेक्षा लहान भांडे वापरण्यात येते तेव्हा, किंचित् फरक पडतो. हा फरक सामान्यतः अल्प असतो आणि उपकरणाच्या अंशांकनातील वजनातील चुकांमुळे अगर द्रव्यांच्या विशेषतः सिमेंट जल-मिश्रणाच्या विशिष्ठ गुरुत्वातील फरकामुळे तो निर्माण होऊ शकतो. दोन पद्धतीतील मोठी विसंगती मिश्रणाच्या अभिकल्पनेतील द्रव्यांचा विशिष्ठ गुरुत्वाच्या निर्धारणातील अगर बाटच्यांच्या वजनातील चुकीचे द्योतक असू शकेल.

ऊ. कॉंक्रीट तयार करताना उष्ण अगर थंड हवेत घेण्याचे पूर्वोपाय.

९३–उष्ण हवेतील पूर्वोपाय.

ब्यूरोच्या बहुतेक विनिर्देशाप्रमाणे हे अवश्य असते की कॉंक्रीटचे निक्षेपण केले जात असताना त्याचे तपमान अनुबद्ध मूल्यापेक्षा – सामान्यपणे ८५° अगर ९०° F पेक्षा जास्त असता कामा नये. फियांट धरणावरील पायथ्यापाशी धरणाची रुंदी २४० फूट असताना ज्यात संरचना जोड वगळले होते त्या भारी कॉंक्रीटच्या मिश्रणाचे टाकण्याच्या वेळचे तपमान उन्हाळ्यामध्ये ७५° F पेक्षा जास्त वाढणार नाही अशा तऱ्हेने नियंत्रित केले होते. डेव्हीस आणि हंग्री धरणांच्यावर टाकण्याच्या वेळचे कॉंक्रीटचे कमाल अनुज्ञेय तपमान ८०° F असावे असे विनिर्देशित केले होते. कोलोरॅडो नदीच्या वाळवंटात काही कामांवर जून १ आणि आक्टोबर १ च्या दरम्यानच्या अत्यंत उष्ण हवामानात कॉंक्रीट टाकण्यावर बंदी घालण्यात आली आहे.

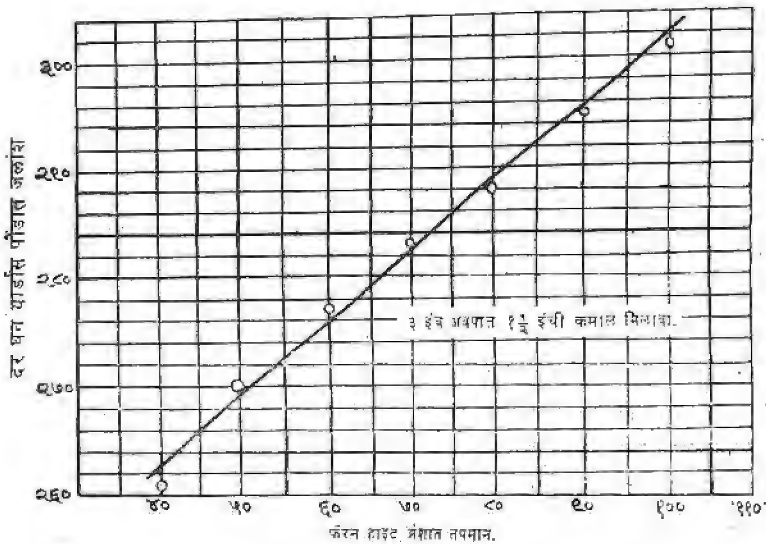
उष्ण हवामानातील कॉंक्रीटच्या कमाल तपमानावर आणि कॉंक्रीट टाकण्यावर मर्यादा लादण्यात आल्या आहेत याचे कारण उच्च तपमानी कॉंक्रीटचे मिश्रण केल्यामुळे ते टाकल्यामुळे आणि मुरवण केल्यामुळे परिणामी त्याच्या दर्जात आणि टिकाऊपणात होणारी क्षीणता हे आहे. या क्षीणतेमुळे कॉंक्रीटच्या अनेक भिन्न गुणधर्मावर परिणाम होतो. पहिले, उच्च तपमानात मिश्रण आणि मुरवण केलेल्या कॉंक्रीटची अंतिम शक्ती, तपमान ७०° F च्या पेक्षा कमी असताना मिश्रण आणि मुरवण केलेल्या कॉंक्रीटच्या अंतिम शक्तीइतके

कधीही जास्त नसते. दुसरे, दृढीभूत होत असताना असलेले उच्च तपमान आणि नंतर तपमानातील घटीमुळे कमी असणारे तपमान यांच्यामधील अधिक व्यापक फरकामुळे चिराळण्याच्या प्रवृत्तीत वाढ होते. तिसरे, काँक्रीटच्या उच्च तपमानामुळे मिश्रणातील एकक जलाच्या गरजेत वाढ होते व ती वाढ (काँक्रीट) सुके झाल्यावर अधिक अकुंचन होण्यास करणीभूत होते (आ. १११ पहा), आणि चौथे, उच्च तपमानात मिश्रण केलेले टाकलेले व मुरवण केलेले काँक्रीट, कमी तपमानात मिश्रण केलेल्या टाकलेल्या व मुरवण केलेल्या काँक्रीटपेक्षा लवकर खराब होते असे आढळून आले आहे; याचे कारण गोठण–बिंदूच्या वरच्या टप्प्यात आर्द्रता आणि तपमान यांच्यात वारंवार होणाऱ्या फरकाच्या पुनरावृत्त चक्रांचा हे परिणाम होय.

मिश्रण करताना काँक्रीटचे तपमान कमी होण्याकरिता जे भिन्न उपाय योजण्यात येतात ते खाली दिले आहेत :

(१) मोठ्या प्रमाणात बर्फ मिसळण्यापर्यंतची कार्यवाही करूनसुद्धा मिश्रणात थंड पाणी वापरणे;

(२) शक्य तितका गरम सिमेंटचा उपयोग करण्याचे टाळणे;



आ. १११

तपमानाचा परिणाम होणाऱ्या नमुनेदार काँक्रीटच्या मिश्रणातील पाण्याची गरज, पाण्याच्या अंशातील वाढ, उच्च तपमानात मिश्रण आणि मुरवण केलेल्या काँक्रीटमधील अकुंचन जास्त होण्यास, अंशतः कारणीभूत होते. 288–D–2653

(३) जल पुरवठा नळ्या आणि टाक्यांचे विसंवाहन करणे अगर किमान उघड्या भागास पांढरा रंग लावणे;

(४) प्रशीतनित पाण्याचे भरड मिलाव्यावर फवारे मारुन, अगर थंड हवेचे झोत टाकून अगर तो त्या पाण्यात बुडवून गार करणे;

(५) मिश्रक पिपांचे विसंवाहन करणे अगर त्यांच्यावर फवारे मारणे अगर त्यांच्या–भोंवती ओले गोणपाट गुंडाळणे;

(६) अन्य तऱ्हेने उष्णतेपासून संरक्षणाच्या सुविधा नसलेल्या द्रव्यांवर सावली करणे आणि

(७) फक्त रात्री काम चालविणे.

मिश्रणाचे कार्य पुरे होण्याच्या आधी बर्फ पूर्णपणे वितळेल अशी खात्री राहण्याकरिता मिश्रण जलातील बर्फाच्या वापरावर काळजीपूर्वक नियंत्रण ठेवावे. उष्ण हवामानात काँक्रीट टाकणे, त्याचे संरक्षण करणे आणि मुरवण करणे यासंबंधीच्या माहितीकरिता वि. १२७ पहावा.

९४ – थंड हवेतील पूर्वोपाय

जेव्हा गोठणाचा धोका असतो तेव्हा काँक्रीट टाकले जात असताना विशिष्ठ किमान तपमान विनिर्दिष्ट करण्यात येते कारण सिमेंटचे जलयोजन होत असताना निर्माण झालेल्या उष्णतेपैकी बरीचशी उष्णता लागलीच उपलब्ध होत नाही. सौम्य हवेत काँक्रीटचे तपमान ४०° F पेक्षा कमी नसावे अगर जेव्हा सरासरी दैनिक तपमान ४०° F पेक्षा खाली जाते तेव्हा ते ५०° F पेक्षा कमी नसावे अशी विनिर्देशाप्रमाणे आवश्यकता असते (सा. २२पहा). आणखी एक पूर्वोपाय म्हणून जेव्हा दैनिक सरासरी हवेतील तपमान ४०° F पेक्षा कमी असते तेव्हा सिमेंटच्या वजनाच्या एक प्रतिशत् कॅल्शियम क्लोराइड संरक्षणाच्या विनिर्दिष्ट कालावधीच्या अखेरीस काँक्रीट अधिक पक्व स्थितीप्रत पोहोचावे म्हणून वापरण्यात येते. तथापि सामान्यत: हिवाळ्यात संरक्षणाकरिता वापरात येणाऱ्या संरक्षक आच्छादन उष्णता अगर अन्य संरक्षक उपाय कमी करण्याचे कॅल्शियम क्लोराइड वापरून समर्थन कधीही करता येणार नाही. ज्यावर सल्फेटची बाधा होईल अगर ज्यात सन्निहित धातूचे भाग असतील अशा काँक्रीटमध्ये कॅल्शियम क्लोराइडचा वापर करू नये; जेथे सल्फेटची परि–स्थिती अस्तित्वात असते तेथे कमाल ०·४७ इतके जल-सिमेंट गुणोत्तर कमी करावे.

जेव्हा काँक्रीट वाहून नेले जात असताना उघडे पडते तेव्हा त्याचे तपमान किमान विनिर्दिष्ट तपमान–मर्यादेहून काही थोड्या अंशापेक्षा जास्त असू नये अशी खात्री राहण्या-करिता ते मिश्रकातून बाहेर काढल्यावर त्याचे तपमान आवश्यकतेपेक्षा अधीक वर ठेवू नये. उघड्या पडलेल्या काँक्रीटचे तपमान वातावरणातील तपमानावर अवलंबून असते परंतु मिश्रकातील बाहेर काढलेल्या काँक्रीटचे तपमान ६५° ते ७५° F पेक्षा अधिक ऊष्ण

असण्याची क्वचितच जरूरी असते कारण जलद गतीने थंड न होणाऱ्या मोठाल्या संचातून ते हाताळले जाते व जागेवर टाकण्यात येते.

काँक्रीट प्रमाणापेक्षा जास्त गरम होणे आक्षेपार्ह असते कारण त्यामुळे रासायनिक क्रियेचा वेग वाढतो. अवपातात अतिरिक्त हानी होण्यास ते कारणीभूत होते आणि दिलेल्या अवपाताकरिता लागणाऱ्या पाण्याच्या गरजेत वाढ होते. (आ. १११ पहा). या शिवाय काँक्रीट टाकले जात असताना ते जितके जास्त गरम असेल तितके अंतिम कमी तपमान अधिक खाली जाते आणि औष्णिक अकुंचनात तदनुसार वाढ होते.

थंड हवामानात ताज्या मिश्रण केलेल्या काँक्रीटला लागणारे तपमान प्राप्त करण्या-करिता मिश्रणाचे पाणी, अगर मिलावा अथवा दोन्हींही गरम करण्याची आवश्यकता असते व हे हवामानाच्या तीव्रतेवर अवलंबून असते. पाणी गरम करणे ही सर्वात जास्त व्यवहार्य आणि कार्यक्षम कार्यपद्धति असते. पाणी गरम करणे सोपे असते एवढेच नव्हे तर दिलेल्या तपमानाइतके एक पौंड मिलावा अगर सिमेंटमध्ये उपलब्ध असणाऱ्या उष्णता एकांकांच्या अंदाजे पाचपट उष्णता प्राप्त होते. पाणी आणि अन्य घटक मिश्रकात टाकण्याच्या वेळी दिलेल्या तपमानाचे काँक्रीट निर्माण करण्याकरिता लागणारे तपमान सा. २२ मध्ये सूचित केले आहे. परिशिष्टाच्या ३५ व्या पदसंज्ञेतील सूत्राप्रमाणे ही तपमाने संगणित करण्यात येतात.

मिश्रण जल अशापद्धतीने आणि पुरेशा प्रमाणात गरम करावे की वाट्या वाट्यातून निर्माण होणारा तपमानातील फरक फार प्रमाणात होण्याचे टाळता येईल. अति उष्ण पाण्याचा सिमेंटशी स्पर्श होऊ देऊ नये कारण त्यामुळे शीघ्र अगर चमकदार पक्वता होण्याचा धोक उत्पन्न होतो. गरम पाणी आणि मिलाव्यातील अति शीत भागाच्या मिश्रणाचे तपमान १००° F पेक्षा जास्त वाढणार नाही अशा तऱ्हेने जर हे दोन घटक प्रथमतः एकत्र आणता आले तर चमकदार पक्वतेची संभाव्यता कमीत कमी होईल आणि उच्च जलतपमानांचा फायदा घेता येईल. पाण्याच्या गरजेत ठळकपणे वाढ होऊ न देता दिलेल्या द्रव्यांत आणि भारण पद्धतीत कमाल तपमान किती वापरता येईल हे प्रयोग करून निश्चित करावे.

पर्याय म्हणून जर मिलावा गरम करण्याची पद्धत वापरली तर मिलावा समप्रमाणात आणि काळजीपूर्वक गरम करावा आणि त्यावेळी गोठलेलो ढेकळे, बर्फ आणि हिम यांचा निरास करावा आणि प्रमाणापेक्षा जास्त तापन अगर अत्यधिक शुष्कन होण्याचे टाळावे. जर तपमान एकसम नसेल तर पाण्याच्या गरजेत आणि अवपातात ठळकपणे विचरण घडून येईल. १५०° F पेक्षा सरासरी तपमान जास्त असू नये आणि कमाल तपमान २१२° F पेक्षा अधिक असू नये कारण उच्च तपमानामुळे मिलावा फुटण्याची शक्यता असते. २२ व्या सारणीत सूचित केल्याप्रमाणे ताजे मिश्रण केलेल्या काँक्रीटची तपमाने उष्ण मिश्रण जलाला लागणाऱ्या तपमानापेक्षा बरीच जास्त असतात.

सारणी २२

निरनिराळ्या ताज्या मिश्रणाच्या काँक्रीटवर होणारे द्रव्यांच्या तपमानाचे परिणाम

(तपमान अंश F मध्ये)

	पातळ भाग		भारी काँक्रीट	
दगडाचा अंदाजी किमान आकार	३/४ इंच	१ १/२ इंच	३ इंच	६ इंच
वाळूची अंदाजी टक्केवारी	४० टक्के	३५ टक्के	३० टक्के	२५ टक्के
वाटयांतील वाळूचे वजन	१२०० पौंड	११०० पौंड	१००० पौंड	९०० पौंड
वाटयांतील दगडाचे वजन	१८०० पौंड	२१०० पौंड	२४०० पौंड	२७०० पौंड
वाटयांतील पाण्याचे वजन	३०० पौंड	२५० पौंड	२०० पौंड	१५० पौंड
वाटयांतील सिमेंटचे वजन	६०० पौंड	५०० पौंड	४०० पौंड	३०० पौंड
काँक्रीट (जागेवर) टाकल्यानंतर आणि पहिल्या ७२ तासाकरिता ताज्या काँक्रीटचे किमान तपमान	५५	५०	४५	४०
हवामानातील ताज्या काँक्रीटचे जसे मिश्रण केले तसे किमान तपमान				
३०°F पेक्षा जास्त	६०	५७	५०	४५
०° ते ३० F	६५	६०	५५	५०
०° F पेक्षा कमी	७०	६५	६०	५५

सारणीच्या शेवटी दिलेली तळटीप पहा.

		पातळ भाग					भारी काँक्रीट										
ताज्या मिश्रणाच्या काँक्रीटमध्ये सूचित केलेले तपमान उत्पन्न होण्याकरिता लागणारे द्रव्यांचे किमान तपमान	सिमेंट[3]	३०	१०	१०	१०	३५	१०	१०	१०	३५	१०	१०	१०	३५	१०	१०	१०
	घातलेले पाणी	१४०	१४०	१४०	१४०	१४०	१४०	१४०	१४०	१४०	१४०	१४०	१४०	१४०	१४०	१४०	१४०
	मिलावा पाणी	३८	९५	५०	६१	३५	१००	४६	५५	३३	१०५	४३	५२	३३	११३	४०	४८
	वाळू	३८	९५	५०	६१	३५	१००	४६	५५	३३	१०५	४३	५२	३३	११३	४०	४८
	दगड	३८	११०	५०	६१	३५	११०	४६	५५	३३	११०	४३	५२	३३	११०	४०	४८
ताज्या मिश्रणाच्या काँक्रीटचे तपमान		६६	६५	६५	७०	५५	६०	६०	६५	५०	५५	५५	६०	४६	५०	५०	५५
संरक्षणाच्या अखेरीस २४ तासातील सावकाश होणारे कमाल अनुज्ञेय तपमान पतन अंश F			५०					४०				३०				२०	

१–दगडाचे तपमान गोठणा (बिंदु) च्या खाली असताना दगड शुष्क–पृष्ठ व बर्फ रहित आहे असे गृहीत धरले आहे.

२–जास्त थंड हवामानाकरिता मिश्रण तयार होत असताना काँक्रीटचे तपमान आणि जागेवर लागणारे ताज्या काँक्रीटचे तपमान यांच्यामध्ये जास्त सवलत ठेवली आहे.

३–सरासरी हवामानाचे आणि विन तापवलेल्या द्रव्यांच्या तपमानाइतकेच सिमेंटचे तपमान आहे असे मानण्यात आले आहे.

४–मिलाव्यातील मुक्त जलाची राशी मिश्रण जलाच्या राशीच्या $\frac{1}{4}$ इतकी आहे असे गृहीत धरण्यात आले आहे.

नळ्यांतील वाफेने अगर गरम पाण्याच्या सहाय्याने मिलावा गरम करणे अधिकत: साध्य केले जाते. वाफेचे फवारे सोडून(ते)गरम करणे आक्षेपार्ह असते कारण त्यामुळे मिलाव्यात विचरणशील आर्द्रता निर्माण होते. प्रयोगावरून असे दिसून आले आहे की ही विचरणशील आर्द्रता अत्यंत त्रासदायक होऊ शकते. लहान लहान कामावर पुलाच्या धातूच्या नळ्यावर त्यात जाळ करून मिलावा काळजीपूर्वक गरम करूव हिमद्रवण करावे. ढिगांतील, कणग्यातील इ. मिलाव्यांचे उघडे पृष्ठभाग तापवितांना उष्णतेचे समवितरण व्हावे म्हणून आणि गोठलेले पापुद्रे होण्याचे टाळण्याकरिता ते गोणपाटांनी झाकावेत.

हिमानी हवामानात कॉंक्रीट जाग्यावर टाकणे, त्याचे संरक्षण व मुरवण करणे यासंबंधी १२८ व्या विभागात वर्णन केले आहे. तांत्रिक प्रकाशनातील अनेक लेखात थंड हवामानात कॉंक्रीट तयार करण्यासंबंधीची अतिरिक्त माहिती मिळू शकेल.

□ □



प्रकरण ६ वे

(काँक्रीट) हाताळणे, (जागेवर) टाकणे, सफाई आणि मुरवण.

अ.–(काँक्रीट) (जागेवर) टाकण्याची पूर्वतयारी.

९५.–**पाये**–ज्या पायांच्या पृष्ठभागावर अगर लागून काँक्रीट टाकावयाचे असते त्यांच्या समाधानकारक पूर्वतयारी संबंधी लागणाऱ्या कार्य-पद्धती, अभिकल्पनाच्या गरजा आणि पायांतील द्रव्याचा प्रकार आणि स्थिती यानी नियंत्रित केल्या जातात.

(अ) **खडक** – खडकाच्या पायाशी जेथे घनिष्ठ संबंध ठेवण्याची जरूरी असते तेथे खडकाचा पृष्ठभाग जरूर तेथे खरबरीत करावा व संपूर्णपणे स्वच्छ करावा. सुटा आणि पोकळ खडक, सुकलेला गारा, पापुद्रेदार व खवल्याखवल्याची आवरणे, सेंद्रिय निक्षेप आणि अन्य भेसळ द्रव्य काढून टाकले पाहिजे. उघड्या पडलेल्या भेगा योग्य खोलीपर्यंत स्वच्छ कराव्यात. ताठ खराटे, कुदळी वापरून अगर पाणी किंवा हवा यांचे उच्च गति फवारे मारून आर्द्र वालुक्षेपण करून, अथवा अन्य प्रभावी साधने वापरून आणि पूर्णपणे स्वच्छ करून ही सफाई साध्य करावी. खळग्यात साचलेले धावन जल काँक्रीट टाकण्यापूर्वी काढून टाकले पाहिजे. बद्ध करावयाचा पृष्ठभाग हवेचे झोत सोडून संपूर्णपणे शुष्कपृष्ठ करावा. चकाकण्यामुळे दिसणाऱ्या मुक्तपृष्ठ जलाच्या अस्तित्वामुळे खडकाच्या पृष्ठभागाशी योग्य बंधन होण्यास अडथळा येईल.

हवेमुळे नरम पडणारे अगर उघडे पडणारे सफाई केलेले खडकाचे पृष्ठभाग विशेष प्रकारच्या समस्या निर्माण करतात. वायुदाबाने चुन्यांचा लेप देणे अगर ओले गोणपाट त्यावर टाकणे या सारखे भिन्न उपाय, काँक्रीट टाकेपर्यंत पृष्ठभाग जसाच्या तसा राहण्याकरिता, यशस्वीपणे वापरण्यात आले आहेत. स्थैर्यकारी रसायनांचे अगर बिटुमिन(डांबरी) अथवा दुसऱ्या मोहोरबंदी संयुगांचे फवारित लेप, जेथे खडकाशी काँक्रीटचा गच्च बंध असण्याची जरूरी नसते तेथे, वापरावे.

(आ) **माती** – ब्यूरोच्या अनेक संरचना मातीच्या पायावर केल्या आहेत. अशा बांधकामाकरिता काँक्रीट टाकण्यापूर्वी पायाचा पृष्ठभाग आणि अधःस्तर अभिकल्पित भारणास पुरेसे (बळकट) आहेत अगर कसे याची तपासणी करावी. मातीच्या पायांच्या–संबंधी अधिक माहितीकरिता ब्यूरोच्या मृत्तिका नियमपुस्तिकेतून सल्ला घ्यावा. काँक्रीट टाकतेवेळी मातीचे आधारस्तर दमट असावेत पण ओले नसावेत. उष्ण रुक्ष प्रदेशात मुक्तपणे निचरा होणारे अधःस्तर, काँक्रीटच्या सान्निध्यात आर्द्रता साठवून राहण्याकरिता अनेक इंच खोलपर्यंत ओले करावेत. अशा हवामानाच्या परिस्थितीत मुरवण क्रिया–पद्धतीच्या कमी कार्यक्षमतेची ह्या प्रथेने भरपाई होते

(इ) **सच्छिद्र आन्तर्नाल्या** – शीघ्रगतीने पाण्याचा निचरा होण्याकरिता योग्यप्रकारे योग्य आकार व प्रतवारीचे कंकर, खडी अगर वाळू आणि कंकर घालून ह्या नाल्या तयार करण्यात येतात. काँक्रीटमधील चुन्याची हानि होण्याची अगर चुना आत जाऊन नाली चोंदण्याची काळजी करण्याचे कारण नाही कारण विद्यमान विनिर्देशातील कमाल अवपात-मर्यादा पुऱ्या करणाऱ्या काँक्रीटमधील चुन्याचा निचरा होत नाही. ह्या कारणाकरिता नाल्या डांबरी कागदाने अगर गोणपाटाने झाकण्याची जरुरी नाही.

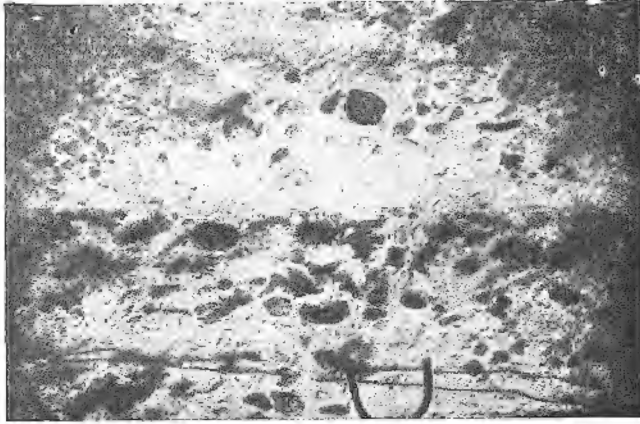
९६–संरचन जोड

ब्यूरोच्या विनिर्देशात, संरचनेच्या जागेवर ताजे टाकलेले काँक्रीट आणि काँक्रीटचा तो पृष्ठभाग ज्यावर व ज्याला लागून ताजे काँक्रीट टाकावयाचे आहे व ज्याला नवीन काँक्रीट चिकटून रहावयाचे आहे पण जो इतका ताठर झाला आहे की पूर्वी टाकलेल्या काँक्रीटमध्ये नवीन काँक्रीट स्पंदन करून पूर्णत: अंतर्भूत करता येणे शक्य नसते यांचा संपर्कस्तर अशी संरचन जोडाची व्याख्या केली आहे. तयार न झालेले संरचन जोड क्षैतिज अगर जवळ जवळ क्षैतिज असतात आणि त्यांचा कधीकधी "पूरण प्रतले" असा नामनिर्देश करण्यात येतो. भारी संरचनातील जोडांच्या बाबतीत जरी ह्या छेदाचा विशेष उपयोग असतो तरी वर्णन केलेली तत्वे व पद्धती अन्य प्रकारच्या संरचनांच्या जोडांनाही बऱ्याच प्रमणात लागू होतात.

जेव्हा काँक्रीट आणि विशेषत: उभाराच्या वरच्या भागातील काँक्रीटमध्ये कार्यवाही आणि दृढीकरण योग्य प्रकारे करता येईल असा किमान अवपात ठेवण्यात येतो तेव्हा क्षैतिज संरचन जोडांतील उच्च दर्जाचा बंध आणि जलरोधकता यांची खात्री मिळते. विशेषेकरून ओली मिश्रणे टाळावीत. त्यांच्यात वियोजनाची आणि भारी प्रमाणात निस्राव होण्याची प्रवृत्ति असते आणि परिणामत: काँक्रीट कमकुवत होते. पृष्ठभागावर सायीचा जाड थर जमतो व त्यामुळे त्याची सफाई करणे जड जाते. आ. ११२ त दाखविलेल्या प्रकाराचे निकृष्ट जोड हा ओल्या काँक्रीटचा परिणाम असतो. कमी अवपाताच्या काँक्रीटमध्ये पृष्ठ–भागावर अतिशय जास्त प्रमाणात काम केल्याने अगर तो कठीण होण्याच्या आधी त्यावर वाहतुक केल्यामुळेसुद्धा निकृष्ट जोड निर्माण होतो. फळ्यांच्या पाऊलवाटा अगर अन्य सोयीस्कर साधने वापरून काँक्रीट जागेवर टाकताक्षणीच कामावरील वर्दळीची काळजी घ्यावी. भरड मिलाव्याचे अंतस्थापन करणाऱ्या अगर फर्मे दृढमूल करणाऱ्या शीतन नलिका, आणि अन्य अंतस्थापित भाग बसविणाऱ्या कामगारांना आ. ११३ त दाखविलेल्या सारखी " हिम पादत्राणे" पुरवावीत.

जोडाचा दर्जा, काँक्रीटच्या दर्जावर आणि जोडाच्या पृष्ठभागाच्या स्वच्छतेवर अवलंबून असतो. केवळ पृष्ठभाग खरबरीत केल्याने चांगल्या संरचन जोडाची खात्री होते असे नाही. पावलांचे ठसे, मोठ्या मिलाव्यातले वर आलेले खडे अगर खोलगट चाव्यांचा चांगली स्वच्छता करताना अडथळा येतो. अशा बाबींच्यामुळे मुक्तजल पूर्णपणे काढून टाकणे जरी

जरूरीचे असले तरी तसे करणे अवघड होते आणि ते साध्य झाले नाहीतर जरी पृष्ठभाग अन्यथा योग्यप्रकारे साफ केलेला असला तरी चांगला जोड बनण्यास अडथळा येतो. जर



आ. ११२

पूरण प्रतलांवरील प्रमाणापेक्षा जास्त पातळ असलेल्या काँक्रीटमध्ये वियोजन होण्यामुळे कमकुवत सरंध्र जोड निर्माण होणे आणि त्यामुळे काँक्रीटची खराबी लवकर होणे.

PX-D-11747

स्पंदकाचा योग्यप्रकारे उपयोग केला तर सामान्यपणे पृष्ठभाग उपयुक्तपणे एकसारखा होतो. स्पंदन केले असताना पुरेसे अवस्थापन न होणारी खडी जोडाच्या पृष्ठभागाशी आ. ११३ त दाखविल्याप्रमाणे त्यावर " चालण्याने " समपातळीत आणता येते. जेव्हा आन्तर्स्थापिनी चून्यात अवपात हानि झालेली असते तेव्हा वर डोकावणारी खडी अनुपूरक स्पंदन कालातच फक्त खाली दाबावी; अन्यथा खडीच्या भोवती काहीसा ढिलेपणा निर्माण होईल. दृढीभूत न झालेले घट्ट काँक्रीट, काहीसे राहिले असल्यास, सफाई सुरू करण्यापूर्वी काढून टाकावे.

अनुभव आणि अन्वेषणावरून असे निरूपित झाले आहे की जेथे संरचन जोडांच्या जवळ बंध आणि जलरोधकता हवी असते तेथे विद्यमान काँक्रीटचा पृष्ठभाग आर्द्र वालुक्षेपित करावा, पूर्णपणे धुवून टाकावा आणि नवीन काँक्रीट टाकण्यापूर्वी तात्काळ पूर्णपणे कोरडा करावा (पहा आ. ११४ आणि ११५). ह्या पद्धतीतील वैशिष्ठ्ये खालीलप्रमाणे असतात :

(अ) उपचार पुनःपुन्हा करावे लागत नसल्याने तिच्यात साधेपणा असतो.

(आ) एकसमान चांगले फल सहज मिळत असल्यामुळे ती विश्वसनीय असते, आणि

(इ) वालुक्षेपणाच्या उपकरणात झालेल्या सुधारणा व योग्य प्रकारे प्रतवारी केलेल्या आणि सुकविलेल्या वाळूच्या वापरामुळे ही पद्धत काटकसरीची होते.



आ. ११३

ताज्या जोडाच्या पृष्ठभागावर ' हिम पादत्राणे " वापरणारे कामगार. हिमपादत्राणा-मुळे काँक्रीटची कमीत कमी अनिष्ट क्रिया घडते आणि पृष्ठभाग स्वच्छ करण्यास सुविधा मिळते. PX-D-33035

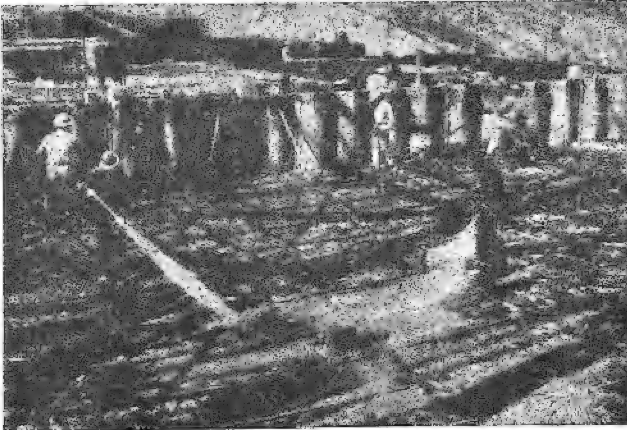
ओले वालुक्षेपण करून आणि नंतर पूर्णपणे धुवून संरचन – जोड स्वच्छ करणे ही भारी काँक्रीट टाकण्याकरिता आणि जेथे जलरोधक जोडांची गरज असते अशा संरचना–काँक्रीटच्या कामाकरिता ब्यूरोची मानक प्रथा आहे. ग्रँडकूली धरणावर वापरलेल्या वालुक्षेपण उपकरणाचा तपशील आ. ११६ मध्ये दाखविला आहे आणि हल्ली वापरण्यात येणारे हे एक नवे नमुनेदार उपकरण आहे. सामान्य आकाराच्या कामांच्याकरिता बाजारात अनेक प्रकारचे व्यापारी वालुक्षेपण संच उपलब्ध आहेत आणि जेव्हा पुरेशा प्रमाणात संपीडित वायू आणि उपयुक्त वाळू पुरविली जाते तेव्हा ह्या संचांनी संतोषजनक काम दिले आहे. बहुतेक कामावर सहज जोडणी करता येईल अशी बहु उद्देशीय वायुबंदूक आ.११७ त दाखविली आहे. जेव्हा वायु–जल स्रोत म्हणून या बंदुकीचा उपयोग केला जातो तेव्हा चूषणनलिका जलनलिकेला जोडण्यात येते. ओल्या वायुनिक्षेपणाकरिता पाण्याचे लहान प्रवाह वाळूमध्ये तोटीवर सोयीस्कर उपायोजन करून सोडता येतात. या योजनेत वालुक्षेपण मर्यादित प्रमाणातच करता येते पण वायुजल स्रोतांच्या तुलनेने उच्च फल प्राप्ती होते.

बहुउद्देशीय बंदूक स्वच्छतेच्या लहान कामावर फायदेशीरपणे वापरण्यात आली आहे. आर्द्र वालुक्षेपण उपकरण वापरताना दर चौरस इंचास अंदाजे १०० पौंड दाब ठेवावा.



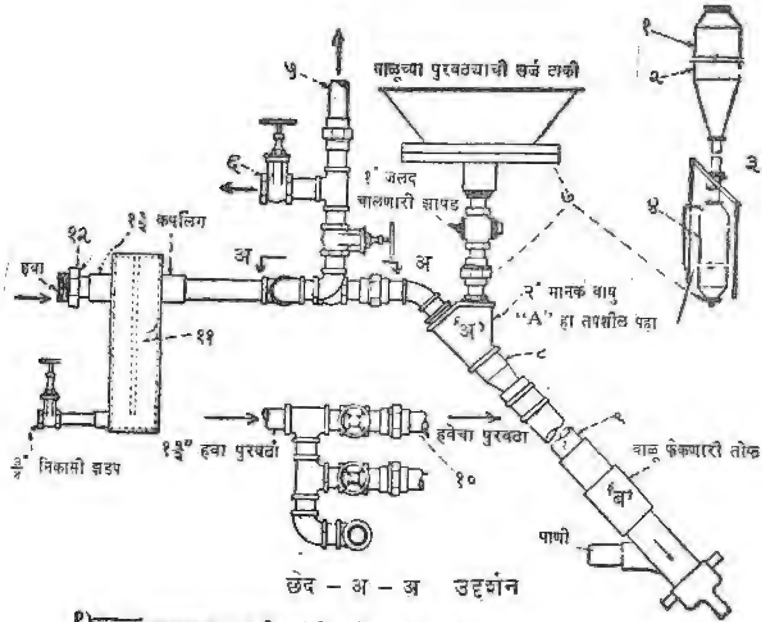
आ. ११४

ॲरिझोनांतील ग्लेन कॅनिऑन धरणातील संरचन–जोडांचे अंतिम वालुक्षेपण. संरचन–जोड स्वच्छ करण्याचे हे एक शीघ्र काम देणारे आणि प्रभावी साधन आहे.
P 557–420–05101



आ ११५

वालुक्षेपित पृष्ठभागांवरील कचऱ्याचे जलवायुझोताने अंतिम धावन. P X–D–33032



छेद – अ – अ उद्दर्शन

१)—— पायाडाच्या लागलीच खाली टाकी बसविली आहे. पायाड्याच्या तक्तपोशीच्या पातळीत (Flush) नळकांड्याचा माथा ठेवला आहे आणि तो चाळण आणि आवरणपत्रा यानी झाकला आहे.
२)—— ७ ते ९ घ. या. क्षमतेचे वाळूचे ३०" चौरस नाळके
३)—— ६" जलद चालणारी झडप.
४)—— एक घन यार्ड क्षमतेची २४ इंच व्यासाची वाळू आणि हवेची दाब टाकी
५)—— सर्ज टाकीच्या माथ्यापर्यंतची १$\frac{१}{२}$ इंची वायुवर्धक नळी
६)—— सर्ज टाकी भरली जात असताना हवेचा उच्छ्वास
७)—— ह्या फ्लेंजच्या खालची नळाची जोड साधने दाखविण्याकरिता स्केल मोठे वापरले आहे.
८)—— १$\frac{३}{४}$" लघुकारक होज फिटिंगला बसविलेली १२" विशिष्ठ नळी
९)—— तोफेला जोडलेला १$\frac{१}{२}$" रबरी होज
१०)—— वाळू फेकणाऱ्या २ तोफांकरता वाळूच्या टाकीच्या खालील दुहेरी जोड
११)—— आर्द्रता संग्राहक खोली (टोकांशी $\frac{१}{४}$" पत्रा वेल्ड केलेली ४" मानक नळी) (आकृतीत) दाखविल्याप्रमाणे वेल्ड केलेले $\frac{३}{४}$" आणि १$\frac{३}{४}$" कपलिंग्ज
१२)—— हवेच्या पुरवठ्याकडील १$\frac{१}{२}$" होज निपल.

(आ. ११६ पुढे चालू)

१) —— वॉशरला ब्रेझ केलेली $\frac{3}{4}''\times 6\frac{1}{2}''$ मानक नळी $1\frac{1}{2}''\times 2''$ बुशिंगला वॉशर ब्रेझ केला.

२) —— २" नळी $1\frac{1}{2}''$ होजला जोडण्याकरिता विशेष प्रकारचा बेल लघुकारक

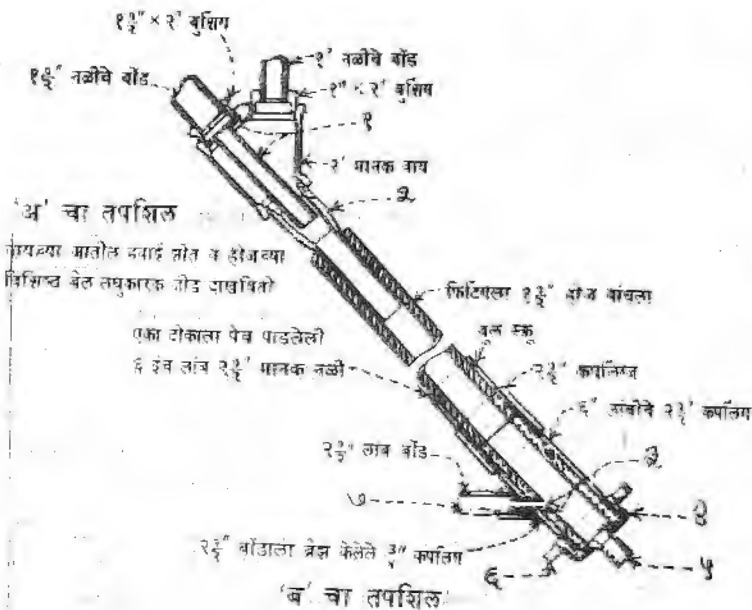
३) —— विशिष्ट $\frac{3}{8}''$ I.D. पितळी जेट कपलिंगच्या आंत बसविली

४) —— $1\frac{1}{2}''$ व्यासाची छिद्रें पाडलेली नळीची $2\frac{1}{2}''$ टोपी

५) —— खास ओतलेली पोलादी जेट अगर तोटीची टिप

६) —— नळीच्या टोपीला ब्रेझ केलेले $\frac{3}{4}''$ व्यासाचे १ इंची २ लग्ज

७) —— एक मानक $\frac{3}{4}''$ द्वार झडप, $\frac{3}{4}''$ बोंड शीघ्र कपलिंग व $\frac{3}{4}$ रबरी पाण्याचा होज येथे जोडले आहेत.



आ. ११६

वॉशिंग्टनच्या कोलंबिया घाटी प्रकल्पातील ग्रँडकूली धरणावर वापरलेले वालुक्षेपण उपकरण. 288-D-1542

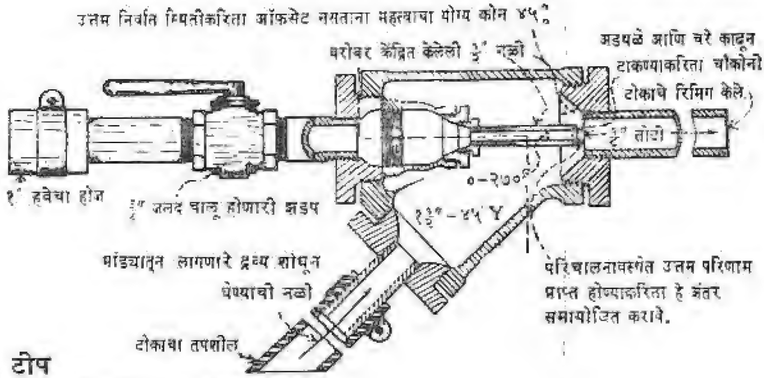
विक्षेपणाची वाळू सघन व कठीण असावी. सहज फुटून जाणारी नसावी आणि उपकरणांतून मुक्त मार्ग मिळू शकेल अशी पुरेशी कोरडी असावी. चांगल्या प्रतीची वाळू अपवाद म्हणून कधीकधी संशोधित करावी, तिच्यावर पुन्हा प्रक्रिया करावी आणि पुनः ती उपयोगात आणावी. लहान लहान कामावर कॉंक्रीटकरिता सामान्य प्रकारची वाळू वापरावी, परंतु मोठाल्या कामावर वाळूतील सूक्ष्म द्रव्य काढून टाकण्याकरिता आणि ती सुकी करण्याकरिता उपकरणे बसवावीत अगर विशेष प्रकारची वाळू व्यापारी निर्मात्याकडून विकत घ्यावी. ग्रँडकूली धरणावर, नळकांड्याच्या आकाराच्या तैलप्रज्वलित शोषकामधून कॉंक्रीटमधली वाळू नेण्यात आली आणि सूक्ष्म द्रव्य काढून टाकण्याकरिता १६ क्रमांकाच्या चाळणीवर चाळून घेण्यात आली. फ्रियांट धरणावर कंकराच्या संयंत्रावर वाळू अ ली करून चाळून घेण्यात आली आणि त्यातून, क्र. १६ ते क्र. ४ मधील द्रव्याचा निचरा करण्यात आला आणि विक्षेपण वाळू म्हणून तिचा उपयोग करण्यात आला. हँग्री हॉर्स धरणावर विक्षेपण वाळू क्र. ८ वर अंदाजे २६ प्रतिशत्, क्र १६ वर २३ प्रतिशत, क्र. ३० वर २३ प्रतिशत् आणि क्र ५० च्या चाळणीवर २१ प्रतिशत् कण राहतील अशी कॉंक्रीटकरिता प्राप्त केली.

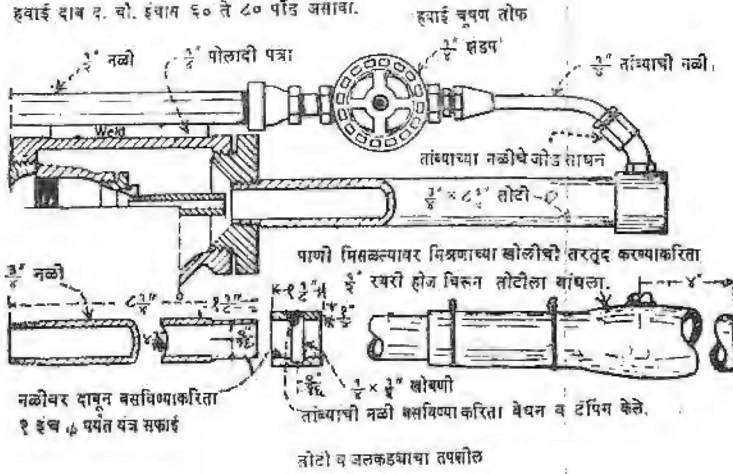
जेव्हा पृष्ठभाग स्वच्छ केला जातो त्यावेळचे कॉंक्रीटचे काठिण्य, पृष्ठभागाचा खरबरीत पणा, आणि पृष्ठभागावरील पुरेशा उपचाराकरिता लागणारे छेदनाचे प्रमाण, यांवर आर्द्र वाळू विक्षेपणाच्या उपकरणाची कार्यक्षमता बरीचशी अवलंबून असते. चांगल्या प्रतीच्या कॉंक्रीटच्या जोडाचा पृष्ठभाग स्वच्छ करताना चुन्याच्या आच्छादनातील सायीचे पटल काढून टाकण्याचीच फक्त जरुरी असते. चांचण्यावरून असे दिसून आले आहे की

घुषक तोफेच्या विविध उपयोगांच्याकरिता घुषण आणि तोट्यांचे आकार

तोफेचा उपयोग करावयाचा	१ १/२ इंची ४५° वाक		टिपा
	घुषण	तोटी	
वायु-जल फवारा	३/४"	३/४" × २४"	सर्व नळ, नम्यनलिका, आणि जोड मापने प्रमाणित आहेत.
शुष्क वालुका झोत	१" ते २"	३/४" × २४"	घुषणाकरिता होजचे मानक आकार. या आकाराच्या नळांना तोटया बऱ्याच घट्ट बसतात.
आर्द्र वालुका झोत	३/४" ते १"	३/४" × २४"	घुषण होज सोयीस्कर लांबीचा (६ ते १० फूट) असावा. निर्वात स्वच्छतेकरिता आणि शुष्क द्रव्याकरिता २ इंच निर्वात होज अधिमान्य असतो.
लवचिक चुना तोफ (१ : ४ लवचिक मिश्रण)	३/४"	३/४" × १०"	दाखविलेल्या तोट्यांच्या लांबीने चांगले काम दिले आहे. अन्य परिस्थितीत दुसऱ्या लांबी अधिक उपयुक्त होतील.
शुष्क चुना तोफ (१:४ दमट मिश्रण)	१" ते २"	३/४" × १०"	कॉंक्रीटच्या परिसीमेचे त्या ऐवजी लवचिक चुना वापरून घर्षित करण्याकरिता तोटीवर बानूबंद बसवावा. (उपविभाग पहा.)
लहान प्रमाणात वायुघोष पद्धतीने चुना लावणे (१:३ शुष्क मिश्रण)	१" ते २"	३/४" जलकडे	एक चौ. फूटापेक्षा मोठ्या क्षेत्रात वायुघोष पद्धतीने चुना लावून दुरुस्ती करण्याकरिता पुरविलेल्या जलकडीची तोटी असलेली तोफ
निर्वात स्वच्छक अगर निम्न उत्पादक पंप	१ १/२" ते २"	१ १/४" ते १ १/२" होज निकासाकडे	१/२" व्यासाचे द्वार असलेल्या लहान मानक मारा तोटीचे रबरी अस्तराच्या टोकाची शुष्क चुन्याकरिता चांगली तोटी बनते

(आ. ११७ पुढे चालू)

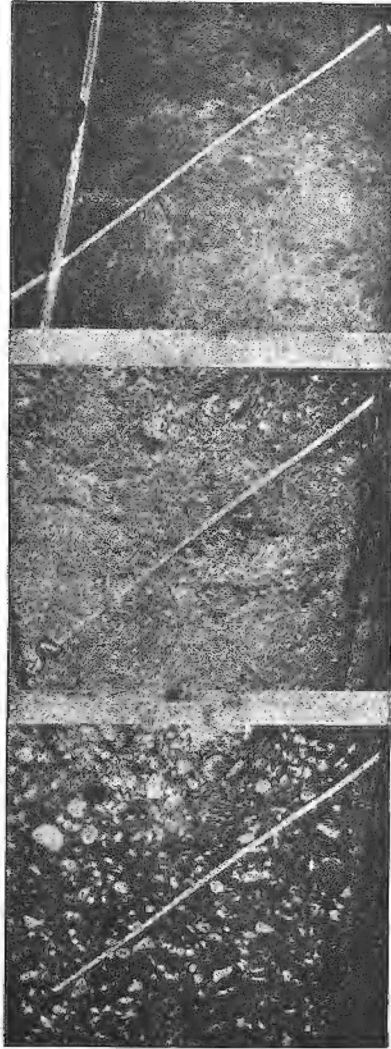




आ. ११७

शुष्क वालुक्षेपण, धावन, चुना लावणे, आणि निर्वात सफाईकरिता वापरण्यात येणारी आणि जलबांगडीच्या तपशिलासह वायु-चूषण बंदूक. 288-D-1543

(काँक्रीटमधील) तलस्थित भरड मिलावा उघडा पडण्याकरिता लागणाऱ्या खोलीपर्यंत जोडाचा पृष्ठभाग खोदण्याने काही फायदा होत नाही. प्रत्यक्षात मिलाव्यातील मोठाल्या तुकड्यांचे दृढमूलन धोक्यात येईल इतका पृष्ठभाग जेव्हा खोदण्यात येतो तेव्हा जोड कमकुवत होण्याची शक्यता असते. संरचन-जोडावरील उपचारांची दृष्टिमूलक तुलना आ. ११८ वरून दिसून येईल.



आ. ११८

संरचन जोडांवरील उपचारांची तुलना' वरील चित्र: वालुक्षेपणापूर्वीचा संरचना–जोडाचा पृष्ठभाग; मधले चित्र: योग्य वालुक्षेपणानंतर; तळातील चित्र: अति वालुक्षेपणानंतर मिलाव्याच्या तलछेदनाची आवश्यकता. PX–D–33033

फ्रियांट धरणावर वापरलेल्या आर्द्र वाळू-क्षेपण उपकरणाची क्षमता दर ताशी दर बंदुकीस ५०० चौ. फूट पृष्ठभागाइतकी होती व त्यावेळी दर ताशीं एक घ. यार्डापेक्षा किंचित कमी वाळू आणि दर मिनिटास २१ गॅलन पाणी वापरण्यात आले होते. हंग्री हॉर्स धरणावर पोझोलान वापरल्याने कॉंक्रीटमध्ये आधीच्या काळात कमी शक्ति-विकास होत होता म्हणून आणि कॉंक्रीट टाकतेवेळी जोडाचा पृष्ठभाग तयार करताना विशेष काळजी घेतली गेल्याने दर ताशी प्रत्येक बंदुकीने १५०० चौ. फूटाइतकी पृष्टभागाची स्वच्छता करता आली, व त्यावेळी दरताशी सुमारे ¾ घ. यार्ड वाळू वापरण्यात आली.

क्षैतिज संरचन जोडांवरील उपचारांच्या तथाकथित " प्रारंभिक स्वच्छता " पद्धतीमध्ये ताज्या कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागाच्या,उच्च-गति वायुजल स्रोताने पृष्ठभागावरील थर काढून टाकण्याकरिता आणि मवकम कॉंक्रीटचा स्वच्छ पृष्ठभाग उघडा करण्याकरिता, छेदनाचा समावेश असतो. कॉंक्रीट घट्ट झाल्यानंतर पण प्रभावी छेदन करता न येण्याइतके ते अति कठीण होण्यापूर्वी हे कार्य केले पाहिजे. कठीण होण्याच्या वेगास बाधा आणणारे तपमान आणि अन्य घटकावर अवलंबून असलेला हा कालावधी सामान्यत: कॉंक्रीट टाकल्यानंतर ४ ते १२ तासांचा असतो. अति लवकर छेदन केल्यास (कॉंक्रीट मधला) मिलावा ढिला होतो, चांगले द्रव्य त्यामुळे निघून जाते आणि दुधाळ पाणी शिल्लक राहते व त्याचे पटल बनते. ज्याच्याशी कॉंक्रीट बद्ध करावयाचे आहे तो पृष्ठभाग स्वच्छ करण्याच्या ह्या पद्धतीस ब्यूरोच्या कामावर सामान्यपणे मान्यता दिली जात नाही. कारण उपचारित पृष्ठभागाचे जर विशेष प्रकारे संरक्षण केले नाही तर जवळजवळ निश्चितपणे तो इतका संदूषित होतो की कॉंक्रीट टाकण्याचे काम पुन: सुरू करण्यापूर्वी संतोषजनक जोडाची खात्री राहावी म्हणून त्यावर वालुक्षेपण करावे लागते. प्रारंभिक स्वच्छतेनंतर पृष्ठभागाच्या अवस्थेचे, ओल्या वाळूचा २ इंच थर त्यावर पसरून, परिरक्षण करता येते. ३ ते ४ तासांच्या अंतराने वायू-जल स्रोताने स्वच्छ करून क्वचित् प्रसंगी पृष्ठभाग ४८ तासापर्यंत दोषरहित ठेवण्यात आला आहे. तथापि ह्या उपायांनी केलेल्या प्रारंभिक स्वच्छतेस एकच अंतिम वायुक्षेपण आणि धावनाने केलेल्या क्रियेपेक्षा सामान्यत: जास्त खर्च येतो.

संरचना कॉंक्रीटमध्ये भारी कॉंक्रीटपेक्षा सामान्यत: जास्त पाणी असते, अवपात अधिक असतो आणि त्यात जास्त काम आणि स्पंदन करावे लागते कारण ते जागेवर टाकताना परिस्थिती जास्त अवघड असते. परिणामत: निस्राव आणि सायीचा लेप तसेच कमी दर्जाचे द्रव्य जोडांच्या पृष्ठभागाशी जास्त प्रमाणात सर्वत्र आढळून येते. पोलादी रचना, फर्मे बांधणी आणि प्रबलीकरण शिगांची बांधणी, नळ्या टाकणे व नाल्या तयार करणे वगैरे बाबींचा स्वच्छता कार्यास अडथळा येतो आणि उभारांच्या दरम्यानच्या कालावधीत वाढ होते आणि संदूषणाची संभाव्यता वाढते. तथापि अशा प्रकारच्या कामावर दोन्ही बाजू-कडील फर्मे बांधल्यावर वाळु-क्षेपण करणे क्वचितच व्यवहार्य असते. परिणामत: भारी कॉंक्रीटपेक्षा ह्या कॉंक्रीटच्या बाबतीत वालुक्षेपण करणे आणि ताजे कॉंक्रीट टाकणे यांच्या दरम्यान जास्त मध्यावकाश असतो आणि वालुक्षेपित पृष्ठभाग जल, वायू, अगर वायू-जल

झोतानी कॉंक्रीट टाकण्याच्या जरा आधी परिपूर्णपणे धुवून घेतला पाहिजे. ही कार्यपद्धती, वालुक्षेपित पृष्ठभाग ओल्या वाळूने आच्छादित करण्याच्या दक्षतेची जोड देवून, पार्कर धरणावरील विद्युत्गृहाच्या बांधकामावर चांगल्या प्रकारे फलदायी झाली. भुसा आणि अन्य कचरा असलेली वाळू नवीन कॉंक्रीट टाकण्याच्या जरा आधी धुण्यात आली. फर्म्याला लागून असणाऱ्या जोडांच्या कडांच्या बाजूने सुटे खिळे चिकटून राहून त्यामुळे वाईट दिसणारे व गंजाचे डाग (पृष्ठभागावर) पडू नयेत म्हणून हे खिळे चुंबकीय साधनाने काढून टाकण्यात आले.

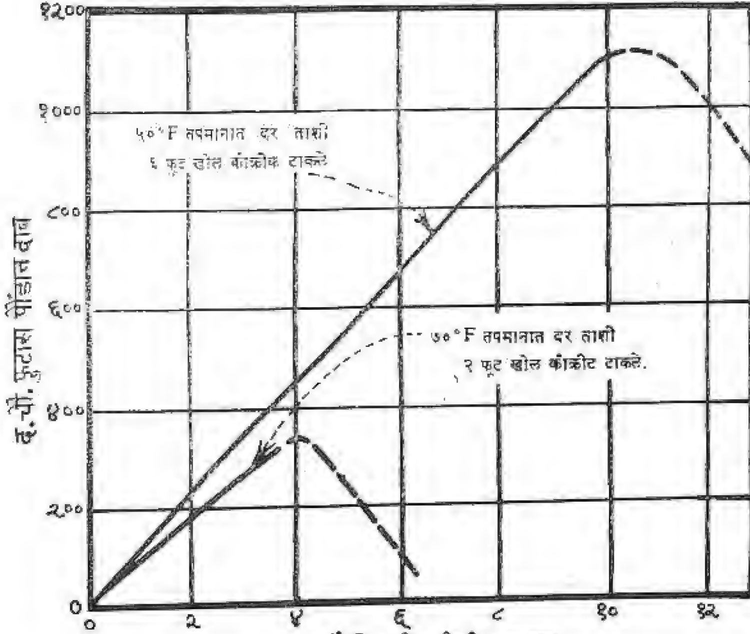
रेखाचित्रावर दाखविलेल्या कांही क्षैतिज जोडांत कधीकधी बदल करण्याची अगर ते वगळण्याची मक्तेदारांची इच्छा असते. ही बाब लक्षात घेऊन नकाशांचा अभ्यास शक्य तितका लवकर करण्याचा त्याला आग्रह करावा म्हणजे त्याने केलेल्या विनंत्यांचा पुनर्विचार करण्यास भरपूर अवधी मिळतो. सामान्यपणे शक्य तितके जास्त जोड वगळावेत.

शक्य असेल तेथे तयार संरचन-जोड वापरण्याचे टाळावे कारण त्यामुळें दुर्बल प्रतले निर्माण होतात व परिणामी चिरा पडतात आणि त्यातून प्रभावी जलरोधक जर बसविले नाहीत तर जलमार्ग निर्माण होतो. ज्या तयार केलेल्या संरचना जोडांच्या पृष्ठभागाशी कॉंक्रीट टाकावयाचे आहे व बद्ध करावयाचे आहे ते जोड नवीन कॉंक्रीट टाकण्यापूर्वी वाळु-क्षेपित करावेत, धुवावेत, पृष्ठशुष्क करावेत आणि मुक्त आर्द्रता दाखविणाऱ्या चमकदार बिंदूच्यापासून पूर्णतया मुक्त करावेत. पाऊस पडत असताना कॉंक्रीट टाकू नये आणि निकट संपर्क राहील अशी खात्री असावी म्हणून जोडाच्या सानिध्यात भरपूर प्रमाणात स्पंदन करुन खाचखळगे भरून घेण्याची विशेष काळजी घ्यावी. चुन्याचा बंधन थर खरडून काढण्याची दक्षता घ्यावी; ही दक्षता नवीन कॉंक्रीट जुन्या कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागाशी संपूर्णपणे निगडीत राहण्याकरता घेण्याच्या दक्षतेसारखीच असते. शक्य असेल तेथे ताज्या कॉंक्रीटमध्ये बुडवून काढलेल्या तारेच्या ब्रशानीं पृष्ठभाग खरडून काढावा अगर त्याच्यावर कॉंक्रीट टाकण्याच्या लगेच आधी आ. ११७ त दाखविलेल्या बंदुकीसारख्या एका बंदुकीतून सुघट्ट चुन्याचा फवारा मारावा. स्वतंत्रपणे पाणी न घालता नवीन चुन्याने जुना पृष्ठभाग पूर्णपणे ओला केला पाहिजे.

९७ – फर्मे

जरी ब्यूरोच्या विनिर्देशाप्रमाणे मक्तेदारांनी फर्म्यांचे नकाशे आणि फर्म्यांच्या आधारांचा तपशील, त्यांची संरचना करण्यापूर्वी, अनुमतिकरिता सादर करण्याची जरुरी नसते, तरी पृष्ठभागावर विशिष्ठ झिलई येण्याकरिता, फर्म्यांचे आधार आणि फर्मे यांच्या कार्यातील महत्वाच्या अनेक बाबींच्या माहितींची जरुरी अवश्य लागते. मक्तेदाराच्या योजना अद्याप " कागदावर " असतानाच अगदी आरंभीच्या टप्प्यातच ह्या कार्यांच्या गरजांचे त्याच्या बरोबर पुनरावलोकन करणे इष्ट असते. कामाचा प्रारंभ झाल्यानंतर फर्म्यांच्या योजनांत संतोषजनक काम न झाल्यामुळे त्यांत फरक करणे खर्चाचे होते आणि त्यांच्या अपुरेपणा-मुळे प्राप्त झालेल्या निकृष्ट परिणामात सुधारणा करता येत नाही.

दोरीत आणि क्रमात कॉंक्रीटच्या संरचनांचे फर्मे बसविण्यात आल्यानंतर ते पुरेशा प्रमाणात बसले आहेत अगर कसे याची तपासणी करावी. जर फर्मे घट्ट बसविले नसतील



दर घ. फुटास १५० पौंड - कॉंक्रीटचे वजनआंतरिक स्पंदन योजले आहे.
प्रमाणित सिमेंट
(या आकृतीतील माहिती पोर्टलंड सिमेंट संघाकडून प्रकाशित झालेल्या माहितीवर आधारित केलेली आहे.)

आ. ११९
कॉंक्रीटच्या निरनिराळ्या खोलीवरील फर्म्यांच्या वर पडणारा दाब.
288 – D – 2658

तर चुन्याची गळती होईल आणि त्यामुळे (कॉंक्रीटमध्ये) जाळ्या पडतील अगर जल-हानीमुळे वाळूच्या रेघोट्या निर्माण होतील. कॉंक्रीट धरून ठेवू शकतील इतके फर्मे जर बळकट नसतील अगर रेषेत राहण्याकरिता पुरेसे बांधून ठेवलेले नसतील तर कार्यकारी अभियंत्याकडे त्या दोषांसंबंधी निरीक्षकाने रिपोर्ट करावा. तयार कॉंक्रीटकरिता सहनसीमा विनिर्देशित केलेल्या असतात – फर्म्यांच्याकरिता नसतात. स्पंदकांचा उपयोग करायचा तर हाताने कॉंक्रीट दृढीकृत करण्याच्या पद्धती वापरल्या जातात त्यापेक्षा, फर्म्यांचे काम जास्त

गच्च व बळकट असावे लागते. जितके जलद जागेवर काँक्रीट टाकले जाते आणि जितके मंद गतीने ते घट्ट होते, तसतसा द. घ. फु. स सुमारे १५० पौंड वजनाच्या द्रवपदार्थाच्या दाबाइतकाच जवळजवळ दाब फर्म्यावर पडेल. अनेक चर घटकांवर काँक्रीटचा आडवा दाब अवलंबून असतो. बहुतेक उदाहरणात त्यातील महत्वाचे घटक, (काँक्रीट जागेवर) टाकण्याचे प्रमाण, काँक्रीटचे तपमान आणि स्पंदनामुळे झालेल्या दृढीकरणाचा परिणाम, हे असतात. निरनिराळ्या खोलीवर फर्म्याच्या दाबावर काँक्रीट टाकण्याच्या प्रमाणाच्या होणाऱ्या परिणामाची आधारसामुग्री आ. ११९ मध्ये दिली आहे.

ब्यूरोच्या विनिर्देशात फर्म्याच्या निरनिराळ्या पृष्ठभागाकरिता कोणच्या प्रकारची सफाई लागते हे अनुपत्रित केलेले असते आणि (काँक्रीट टाकण्याच्या) कामावरील निरीक्षकाने खात्री करून घेतली पाहिजे की त्या कामाकरिता फर्म्यांचे पृष्ठभाग संतोषजनक आहेत. एकापेक्षा अधिक प्रकारांचे फर्मे वापरून जर इच्छित फल प्राप्त होत असेल तर कोणाची निवड करावयाची हे मक्तेदाराच्या इच्छेवर अवलंबून असते कारण सामान्यपणे फर्म्याला लागणारे सर्व सामन तो पुरवितो. फ्लेमिंग गॉर्ज धरणावर सामान्य क्र. २ अगर उत्तम प्रकारच्या देवदारी जहाजी फळ्यांच्या ऐवजी मक्तेदाराचे पोलादी फर्मे पसंत केले. टाकलेल्या काँक्रीटचे बाह्य स्वरूप पोलादी फर्मे वापरण्याने पुष्कळच चांगले झाले.

काँक्रीट टाकण्याच्या लगेच आधी फर्मे घट्ट बसतात की नाही, ते ताठर गुळगुळीत आणि स्वच्छ आहेत अगर कसे याची तपासणी करावी आणि काँक्रीट फर्म्यांना चिकटू नये म्हणून योग्य प्रकारचे तेल अगर लेपाचे द्रव्य लावल्याचे पहावे. प्रमाणापेक्षा जास्त अगर टपकणार नाही अशा प्रकारे तेल अगर लेप फर्म्यावर ब्रशाने अगर फवारून एकसारखा लावावा आणि संरचन–जोडाच्या पृष्ठभागावर अगर प्रबलीकरण शिगांच्यावर तो पसरू देऊ नये. तेल अगर फर्म्यावरील अन्य लेपामुळे काँक्रीटचा पृष्ठभाग नरम होता उपयोगी नाही अगर त्यावर कायमचे डाग पडता उपयोगी नाहीत; शिवाय पाण्याने मुरवण करण्याचा पृष्ठभाग ओला करण्यात अगर मुरवणात वापरण्यात येणाऱ्या मोहोरबंदी संयुगांची योग्य प्रकारे कार्यवाही होण्यात त्यामुळे अडथळा येता कामा नये. लाकडी फर्म्याच्या पृष्ठभागावर वापरण्यात येणारे फर्म्यांचे तेल शुद्ध फिकट पॅरॅफिनचा मूलाधार असलेले खनिज तेल असावे.

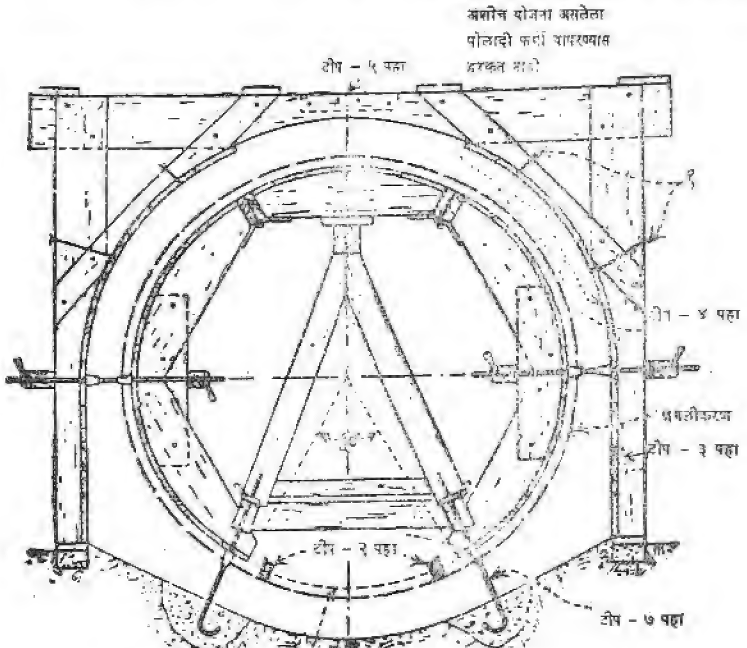
लाकडी फर्म्याकरिता जवळजवळ कसलीही बाजारी तेले ह्या गरजा संतोषजनकपणे पुऱ्या करतील. तेलाखेरीज अन्य पदार्थ, फर्म्याच्या सामानाचे संरक्षण करणे आणि तसेच फर्मतेल म्हणून काम देणे व लाकडी फर्म्यावरील उपचार करणे याकरिता कधी कधी वापरण्यात येतात. प्लायवूड लाख लावली असता ती, ओलीमुळे त्यातील दोर वर न येण्यात आणि त्यामुळे पृष्ठभागाच्या गुळगुळीतपणात येणारी बाधा रोखण्यात, तेलापेक्षा जास्त प्रभावी ठरते. अनेक प्रकारचे बाजारी लाक्षारस आणि तत्सम पदार्थ ह्या कामाकरिता उपलब्ध आहेत. केव्हा केव्हा प्रकल्पावर आणलेल्या लाकडात पुरेशा प्रमाणात टॅनिन अगर अन्य सेंद्रीय पदार्थ असतात व त्यामुळे काँक्रीटचा पृष्ठभाग नरम होतो. जेव्हा ही परिस्थिती

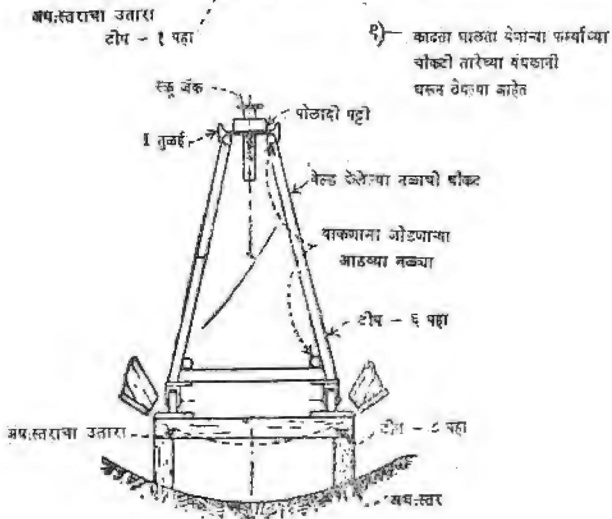
लक्षात येते तेव्हा फर्म्याच्या पृष्ठभागावर फर्मतेल अगर लेप लावण्यापूर्वी पांढरा रंग अगर चुन्याची निवळी लावून ती सुधारता येते.

जी तेले लाकडी फर्म्यांना लावणे संतोषजनक असते ती तेले पोलादी फर्म्यांना, विशेषत: बोगद्याच्या अस्तरातल्याप्रमाणे जर फर्म्याच्या बाजूवर काँक्रीटचे घसरण अगर हाल्चाल होत असली तर, लावण्याने क्वचितच चांगले परिणाम निष्पन्न होतात. वापरण्यात येत असलेल्या तेलाने चांगले परिणाम जर प्राप्त होत नसले तर त्याचा वापर बंद करावा कारण (दुसरी) उपयुक्त तेले सहज मिळू शकतात. विशेषप्रकारे मिसळलेली पेट्रोलियम तेले संतोषजनक असल्याचे आढळून आले आहे आणि बऱ्याचशा मोठ्या तेल कंपन्याकडून ती व्यापारी नांवाखाली बाजारात विकण्यात येतात. कृत्रिम एरंडेल तेल आणि काही समुद्री–इंजन तेले ही बोगद्यातील अस्तराकरिता वापरलेल्या पोलादी फर्म्यावर चांगले काम देणाऱ्या संयोगित तेलांची नमुनेदार उदाहरणे आहेत. धातूच्या फर्म्यांना काँक्रीट चिकटण्याची कारणे (१) स्वच्छता करण्याकरिता तारेच्या ब्रशांचा प्रमाणापेक्षा जास्त जोरदार वापर अगर वालुक्षेपणाचा वापर, (२) द्वारासमोर अगर अन्य क्षेत्रात, जेथे फर्म्याच्या दिशेने काँक्रीटचे प्रवाह सोडण्यात येतात तेथे, फर्म्याच्या पृष्ठभागावर होणारे अपघर्षण अगर (३) अनुपयुक्त फर्म्याच्या तेलाचा उपयोग, ही असतात. अपघर्षण स्वच्छता पद्धतीचा वापर टाळावा आणि एखाद्या उपयुक्त तेलाचा वापर करावा. जेथे (काँक्रीट) चिकटून राहते अशा खरबरीत पृष्ठभागावर कधीकधी घासलेटात पॅरॅफीनचे पातळ द्रावण एकदा अगर अनेकदा घासून तो ठीक करता येतो. आठवड्याच्या अखेरीस अगर काम बंद असताना स्वच्छ केलेले व तेल लावलेले फर्मे एक अगर दोन दिवस उन्हात ठेवून हा चिकटपणा टाळता येतो. काँक्रीटचा प्रवाह फर्म्यात शिरत असताना त्याच्या संपर्काने फर्म्याचे होणारे अपघर्षण धातूच्या संरक्षण पत्र्याचा, प्लायवूडचा, अगर रबरी पट्ट्यांचा उपयोग करून रोखता येते.

फर्मे बांधताना काँक्रीट टाकण्याकरिता त्यावर काम करण्याकरिता आणि त्यांचे स्पंदन करण्याकरिता व ह्या कामांचे निरीक्षण करण्याकरिता तेथे सहज जाता येईल अशी तजवीज करणे महत्वाचे असते. फर्म्यातील ठिकाणे आणि द्वारांच्या संबंधी सूचना आ. १२० व १२८ मध्ये दिल्या आहेत. आ. १२० मध्ये ८ फूट अगर जास्त व्यासाच्या सायफनच्या फर्म्याचा तपशील दाखविला आहे. उदग्र मध्य रेषेच्या प्रत्येक बाजूवर ३० अंशाकरिता काँक्रीट अधिक सुलभतेने टाकता यावे आणि हाताने सफाई करता यावी म्हणून अधस्तराचा पृष्ठभाग एकसारखा केला आहे. सायफनकरिता आतल्या बाजूच्या फर्म्यांत अन्य द्वारे असण्याची जरूरी नाही.

बोगद्याच्या अस्तराच्या फर्म्यांत बोगद्याच्या सुमारे मध्य उंचीवर बाजूच्या प्रत्येक भिंतीत द्वारांची तरतूद करावी आणि काँक्रीट टाकण्याच्या उपकरणातील प्रस्राव नळीकरिता कमानीचे मधले क्षेत्र मोकळे रहावे म्हणून कमानीच्या मध्य रेषेच्या बाजूवर आलटून पालटून द्वारे ठेवावी. द्वारांची किमान बाजू २० इंच असावी आणि फर्म्याच्या बाजूने





आतील फर्मे बसविण्याकरिता आणि
काढून घेण्याकरिता (उभा केलेल्या)
पारीतून घेतलेला अनुप्रस्थ छेद

आ. १२०

८ फूट आणि जास्त व्यासाच्या सायफनकरिता फर्मे – 288 – D – 1556

टिपा– (आ. नं. १२० वरून)

१– दोन्ही बाजूंच्या फर्म्यात प्रथम कॉंक्रीट टाकून नंतर पिपाच्या आतील बाजूतून प्रत्यक्षपणे अध:स्तलावरचे कॉंक्रीट टाकावे. बाजूतून अध:स्तलाचे कॉंक्रीट टाकताना जरूर नसलेल्या अतिस्पंदनाचे दुष्परिणाम यामुळे टाळता येतात.

२– आतल्या फर्म्याच्या कडेपासून थोड्या इंचावर २ X ४ तुकडे कडांवर ठेवून ते प्रबलीकरण शिगाना तारेने बांधल्यामुळे फर्म्याच्या खालून होणाऱ्या कॉंक्रीटच्या अतीव अंत:प्रवाहास प्रतिबंध होतो आणि अध:स्तलाचे स्क्रीडिंग केले जात असताना फर्म्याच्या खालून कॉंक्रीट दूर ढकलून जाण्यास प्रतिबंध होतो. कॉंक्रीटमध्ये जसजसे प्रारंभिक दृढीकरण होत जाईल आणि खोबण्या भरतील तसतसे हे तुकडे, त्यांची गरज आता लागणार नसल्याने काढून घेण्यात येतात.

जेव्हा डोणीचा उतार दर फुटास ५ इंचापेक्षा जास्त खडा असेल तेव्हा अधस्तलाचा आकार फुगू नये म्हणून सहज काढता येण्याजोग्या अखूड चौकटींची तात्पुरती गरज पडण्याची शक्यता असते. प्रारंभिक दृढीकरण होताच तात्काळ चौकटी काढून टाकाव्या आणि पृष्ठभागाची सफाई करावी.

३– कॉंक्रीट टाकण्यास आणि त्याचे स्पंदन करण्यास जागा रहावी म्हणून मोठ्या सायफनांच्या बाहेरील फर्म्याच्या तळाशी द्वारे ठेविलेली असतात.

४– जरुरी पडेपर्यंत डोणीच्या माथ्यावर उडाण रेषेच्यावर बाहेरील फर्म्याकरिता १८" ते २४" रुंदीच्या काढता घालता येण्याजोग्या फर्म्याच्या चौकटी ठेवलेल्या असतात, आणि नंतर त्या एकामागून एक खाली सरकविण्यात येतात, जागेवर बांधण्यात येतात, आणि (कॉंक्रीटने) भरण्यात येतात.

५– माथ्यावर मध्य रेषेच्या बाजूने बाहेरील फर्मे दूर करण्यात येतात आणि ड्रॅगलाइन अगर यारीने नवीन स्थानावर नेण्यात येतात.

६– टर्न बकलांच्या सहाय्याने आतील फर्मे, त्याना खाली आणि आतील बाजूस ओढून एका गटात हलविण्यात येतात.

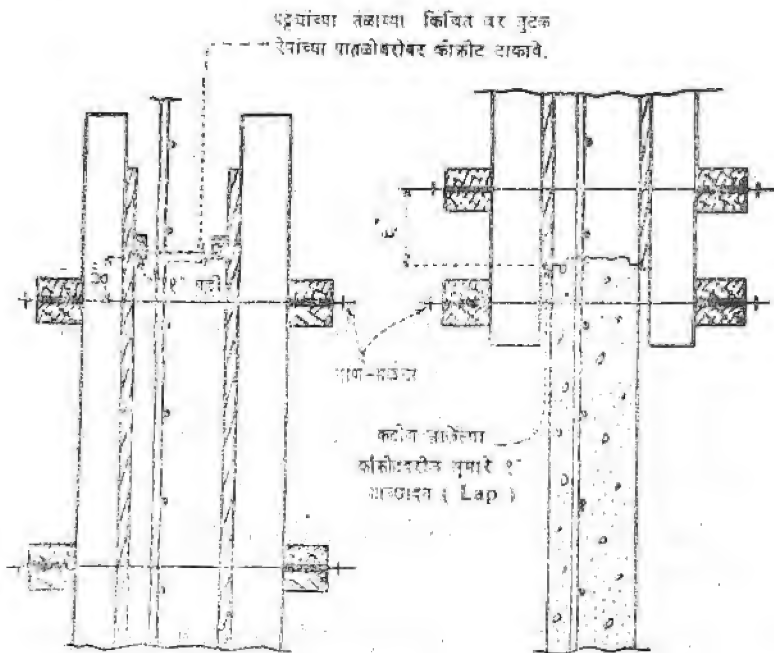
७– कॉंक्रीटच्या गाद्यात अगर उंबरठ्यात दृढमूलक पक्के गाढण्यात येतात आणि तरंगू नयेत म्हणून त्याना आतील फर्म्याना बांधण्यात येते.

८– आतील फर्मे काढून घेण्यात येत असताना अध:स्तल बसविण्याकरिता बंधक कापून मार्गावरून यारी चालविण्यात येते.

त्यांच्या मधील अंतर d – २ अगर त्यापेक्षा कमी असावे. येथे d हा बोगद्याचा फुटात व्यास आहे पण हे अंतर केव्हाही मध्य ते मध्य ८ फुटापेक्षा जास्त असू नये.

मोठ्या आकाराच्या बोगद्यांच्या बांधकामाकरिता काँक्रीट पुरेशा प्रमाणात टाकता यावे, त्याचे स्पंदन करता यावे व त्याची तपासणी करता यावी म्हणून जास्त भित्तिद्वारांची आवश्यकता असते. ट्रिनिटी नदी प्रकल्पातील १८·५ फूट व्यासाच्या स्प्रिंग क्रीक बोगद्याच्या बांधकामात, प्रत्येक बाजूच्या भिंतीत दोन अनुदैर्घ्य रेषांच्या बाजूने द्वारांची जरुरी होती. ही द्वारे नागमोडी आणि प्रत्येक अनुदैर्घ्य रेषेत ८ फूट मध्य ते मध्य अंतरावर ठेविली होती.

अधस्तराकडील फर्म्यांचा न बनविलेला भाग ६० अगर जास्त अंशाचा चाप व्यापून रहातो. तथापि काँक्रीटच्या बाहेरील कडांच्या उताराने चापाचा कमाल व्याप मर्यादित होतो. जेव्हा उतार अतिशय खडा होतो तेव्हा काँक्रीटचे अवपतन होते आणि ते सपाट करणे कठीण जाते. ७० अंशाचा चाप अनुकूलतम टप्प्यात असल्याचे दिसून येते. बोगद्याच्या



आ. १२१

फर्म्यांत ओतलेल्या काँक्रीटच्या पृष्ठभागाजवळच्या संरचन जोडाची योजना. जोडा–जवळ ताण देऊन फुगवटे आणि विस्थिती टाळता येते. P X – D – 25314

अस्तराकरिता पूर्ण गोल फर्मा वापरण्यात (काँक्रीटच्या) अधस्तराची सफाई चांगली होत नाही कारण फर्म्याच्या तुलनेने आडव्या असलेल्या भागाच्या खाली वातपोकळ्या निर्माण होतात. सामान्य प्रकारचा आधार असलेला पूर्ण गोल फर्मा जास्त सहज वाकडा होण्याची शक्यता असते. ज्या पद्धतीने अधस्तर प्रथम ठेवला जातो त्या पद्धतीत पायट्याच्या जवळ बसविलेल्या दृढमूलक बोल्टामुळे कमानीचा फर्मा जागेवर घट्ट पकडला जातो आणि त्यामुळे संभाव्य वाकडेपणा किमान प्रमाणात होतो.

फर्म्यातून काढलेल्या काँक्रीटच्या पृष्ठभागातील अतिसामान्य दोष, नवीन उभाराच्या तळाशी फर्मा एका इंचाच्या काही अंशा इतका हलण्यामुळे क्षैतिज संरक्षण जोडाजवळ नेहमी आढळून येणारी विस्थिती, हा असतो. जेथे देखणेपणा आणि पंक्तिबद्धतेला बरेच महत्व असते तेथे पूर्वीच्या उभारातील काँक्रीटच्या माथ्याला फर्मे चिकटून बसवून ही विस्थिती रोखता येते, आणि नंतर काँक्रीट टाकण्याची क्रिया चालू असताना ते घट्ट बसून राहतील असे बसविण्यात येतात. हे दृढमूलन फर्म्यात अनेक बंध अगर बोल्ट संरचन जोडाच्या काही थोड्या इंचाच्या बाहेर अगर दरम्यान वापरून करता येते (आ.१२१ पहा). जोडाजवळ फर्मे किंचितही फाकू नयेत म्हणून पूर्वीच्या उभाराच्या माथ्यावर ताण बसविणे विश्वासार्ह असते.

पूर्वी टाकलेल्या काँक्रीटवर फर्मा कमीत कमी चढवावा. एक इंच चढाव पुरेसा असतो असे समजले जाते.

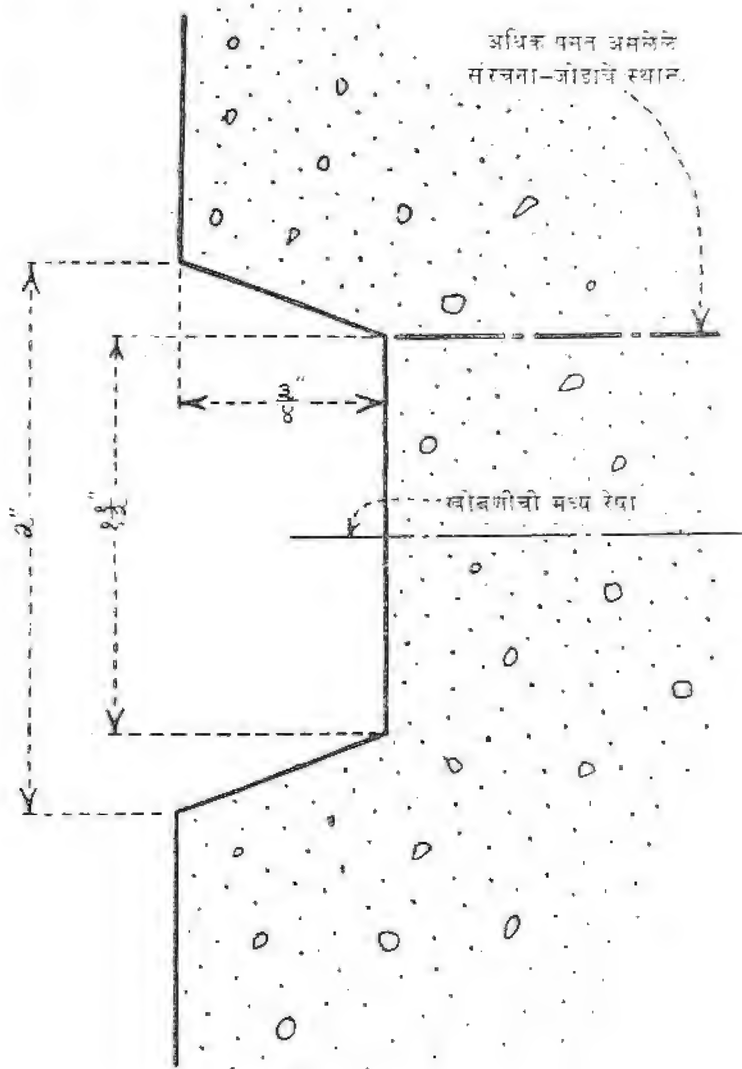
झटपट निखळणाऱ्या प्रकारचे ताण संरचना घटकाच्या कडेच्या अगर कोपऱ्याच्या इतके निकट ठेवण्यात येतात की जेव्हा ताण मोकळे करण्यात येतात आणि निखळतात तेव्हा ताणांना लागून असलेले काँक्रीट विखरून जाते. कोपऱ्यापासून अगर कडेपासून ताण दूर बसविणे ही योग्य पद्धत असते.

विस्थितींच्या दृश्याची कुरूपता संरचन जोडांच्या जवळ बनविलेल्या खोबणींचा उपयोग करून कमीत कमी करता येते. आ. १२२ मध्ये खोबणींची नमुनेदार मापे दिली आहेत. फर्म्यांच्या रचनेत खोबणींच्यामुळे जास्त लवचिकता प्राप्त होते आणि खालच्या पातळीवरील पृष्ठभागावर होणाऱ्या चुन्याची गळती कमी होते, तसेच दृढमूलक बोल्टाकरिता आदर्श जागा त्यामुळे प्राप्त होतात. खोबणीच्या सरळ रेषेत असाव्यात आणि संरचनेच्या मुखवट्यावर त्या अखंड पाडलेल्या असाव्यात. ह्या खोबण्यामधील अंतर असे असावे की त्यामुळे पृष्ठभागावर एकसारखी रूपरेखा तयार होईल. खोबणींच्या पट्ट्यांभोवती काँक्रीट टाकताना आणि त्याचे दृढीकरण करताना विशेष लक्ष द्यावे.

निर्वात प्रक्रियेत लागणाऱ्या फर्म्यासंबंधी प्रकरण आठ मध्ये चर्चा केली आहे.

९८ – काँक्रीटच्या कामावर दिनांकांची नोंद करणे.

कार्यवाही आणि सेवेच्या भविष्यकालीन अभ्यासाला सोयीचे व्हावे म्हणून काँक्रीटवर ज्या महिन्यात आणि वर्षात काँक्रीट टाकले गेले त्यांची नोंद करावी. कालव्याची अस्तरे,



आ १२२

संरचना जोडांतील नमुनेदार खोबणींची मापे. क्षैतिज संरचन जोडांनी सांधे झाकले जातात व वास्तुशिल्पीय दृश्यांत सुधारणा होते. 288–D–1544.

कठड्यांच्या भिंती, पसरट नलिका, नाल्या, फरशी अगर अन्य लांबट आकाराच्या संरचनांच्याकरिता दर महिन्यातील काम सुरू होताना आणि ते संपले त्यावेळी ह्या नोंदी कराव्या. धरणे, इमारती आणि विद्युत्गृहांच्यासारख्या मोठाल्या बांधकामात या मासिक नोंदीचा काटकसरीने वापर करावा. परंतु इमारतींच्या कोणच्याही महत्वाच्या भागात चार मोसमांपैकी कोणच्या मोसमात कॉंक्रीट टाकले हे खात्रीपूर्वक कळून येईल अशा तऱ्हेने त्या कराव्यात. कालव्यातील प्रत्येक बांधकामावर सुस्पष्ट नोंद करावी.

कॉंक्रीट सुघट्य असतानाच त्यात पितळी तलचिन्ह पट्ट्या अगर तत्सम पट्ट्या बसविणे ही कॉंक्रीटवर चिन्हे काढण्याची एक सोयीस्कर पद्धत असते. त्या बसविण्यापूर्वी पट्ट्यांच्या-वरील केंद्रीय अक्षरे त्यांच्या क्षेत्रावर सुस्पष्ट दिसण्याकरिता घासून काढण्यात येतात. पट्ट्या बसविल्यानंतर योग्य त्या साच्यांनी त्यांच्या पृष्ठभागावर आकडे आणि अक्षरे ठोकून काढण्यात येतात. चिन्हे जवळून वाचता येतील इतकी जेव्हा सहजसुगम असतात तेव्हा ती नोंदविण्याकरिता ही पद्धत पसंत केली जाते. ज्या क्षेत्रात काही दूर अंतरावरून ती वाचावी लागतात तेथे कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागावर ही चिन्हे फर्म्यांत बसविलेल्या धातूच्या अगर लाकडी आकृत्यांच्या साह्याने ३ इंच उंच आणि किमान $\frac{?}{?}$ इंच खोल ओतण्यात येतात. फर्म्यांत ओतलेल्या पृष्ठभागावरील चिन्हे कॉंक्रीट घट्ट होण्याच्या योग्य अवस्थेत सुघट्य असताना ठसे दाबून काढण्यात येतात. चिन्हे अशा तऱ्हेने ओतावीत की त्यांच्या अक्षरांतून निचरा व्हावा.

कॉंक्रीटमध्ये जागेवर ओतवण्यात येणारी अक्षरे आणि आकृत्यांचे नमुने लाकडाचे बनविण्यात येतात आणि तसेच पोलादात अगर कामावर तयार केलेल्या प्लॅस्टर ऑफ पॅरीसच्या फर्म्यांत शिसे ओतून तयार करण्यात येतात. काही प्लॅस्टिकचे घर नंबर संतोष-जनक असल्याचे आढळून आले आहेत. फर्म्यांवर बसविलेल्या आकृतींचा पृष्ठभाग सपाट असला पाहिजे आणि फर्म्याला त्या चिकटून घट्ट बसल्या पाहिजेत म्हणजे फर्मे काढून टाकण्याच्या वेळीं कॉंक्रीट विस्थित होणार नाही.

९९–प्रबलीकरण पोलाद आणि संनिहित भाग

ब्यूरोच्या कामावरील कॉंक्रीट टाकून घेणाऱ्या निरीक्षकास त्याच्या वरिष्ठाकडून प्रबलीकरण शिगा आणि अन्य संनिहित भागांच्या कामाविषयी निरीक्षण, हाताळणे, या संबंधी काही खास आदेश मिळतात आणि त्यांत विकृतिमापक आणि प्रतिरोध तापमापकासारख्यांचा समावेश असतो.

प्रत्येक प्रबलीकरण शिगांचा पुरवठा त्यातील माल विनिर्देशांशी जुळणारा असल्याबद्दल तपासून घ्यावा. जर या शिगा विनिर्देशांच्या गरजा पुऱ्या करत नसतील तर निरीक्षकाने त्याबद्दल आदेश मागावेत. परीक्षा आणि तपासणीकरिता डेन्व्हर प्रयोग शाळांकडे नमुने पाठविणे जरूरीचे होईल

जर शिगांचे तपमान चेरीच्या लाल रंगाशी जुळणाऱ्या तपमानापेक्षा जास्त होऊ दिले नाही तर, आणि त्या थंड होण्याचा वेग सावकाश आणि एकसारखा (सामान्य स्थिर वायुशीतन) असेल तर वाकविण्याकरिता अगर सरळ करण्याकरिता त्या तापविणे हानिकारक होत नाही. शिगा बर्फात अगर थंड पाण्यात टाकून होणाऱ्या शीतनासारखे तापविलेल्या शिगांचे द्रुतशीतन हानिकारक असते.

काँक्रीट आणि पोलाद (शिगा) यांच्या बंधावरील गंजाचा परिणाम हा एक वादग्रस्त विषय होऊन बसला आहे. काही कामावर पुष्कळ खर्च करून शिगावरील गंज काढून टाकण्यात आला आहे. बंधावरील गंजाचा परिणाम निर्धारित करण्याकरिता ब्यूरोने प्रचलित काँक्रीटच्या नमुन्यावर चांचण्या केल्या होत्या. निरनिराळ्या गंजाच्या चार अवस्थांत असलेल्या शिगा वापरण्यात आल्या. अनुपचारित शिगा, गोणपाटाने घासून काढलेल्या शिगा, तारेच्या ब्रशाने घासलेल्या शिगा आणि वायुविक्षेपित शिगा ह्या त्या चार अवस्था होत. अन्य लोकांनी आणि संस्थांनी पूर्वी अन्वेषण केलेल्या, गंज जर काही प्रमाणात असेल तर तो बंधास हानिकारक नसतो या निष्कर्षाशी, ह्या अभ्यासातील निष्कर्ष जुळणारे होते. खालील निष्कर्ष प्राप्त करण्यात आले.

(१) काँक्रीट आणि पोलाद यांच्यातील बंधाला काही प्रमाणात असणाऱ्या गंजाने हानि पोहोचत नाही आणि तो सर्वच्या सर्व काढून टाकण्याने काही फायदा होत असल्याचे दिसून येत नाही. तथापि घट्ट चिकटून न बसलेला कसलाही गंज अगर मिल-पापुद्रा चांगल्या प्रकारचा बंध प्राप्त होण्यासाठी काढून टाकावा.

(२) विकृतींचे आकार आणि संख्या यावरून बंध निश्चित केला जातो.

(३) पोलादी पृष्ठभागाचा स्वाभाविक खरबरीतपणा गंजामुळे वाढतो आणि परिणामतः शिगेची पकड घेण्याची क्षमता वाढण्याकडे प्रवृत्ती निर्माण होते परंतु त्यामुळे शिगेच्या प्रभावी अनुभागीय क्षेत्रात घट होते.

(४) प्रबलीकरण शिगा संनिहित करण्यापूर्वीचे नेहमीचे हाताळणे, सुटा झालेला गंज व पापुद्रे निघून जाण्यास, साधारणपणे पुरेसे असते. तथापि काही उदाहरणांत भरड विणलेल्या पोत्याने अगर तारेचा ब्रश वापरून शिगा घासून काढणे आवश्यक असते.

उपयुक्त राहिल्या नाहीत इतपत गंजलेल्या दिसणाऱ्या शिगा स्वच्छ करून आणि संघीय विनिर्देश 0 0 – S – 632 शी त्या कितपत जुळतात हे वजन करून तपासून घ्यावे.

थंड हवेत काही पोलाद ठिसूळ होते आणि त्यामुळे जेव्हा ४०° F च्या खाली तपमान जाते तेव्हा फुटतूट टाळण्याकरिता ते काळजीपूर्वक हाताळावे लागते.

ब्यूरोच्या कामावर वापरलेल्या बऱ्याचशा शिगा मध्यम प्रतीच्या वाकड्यातिकड्या झालेल्या अशा बिलेट पोलादाच्या होत्या. अर्थात कठीण प्रतीचे बिलेट अगर पोलादी रुळा-पासून तयार केलेल्या शिगा वापरणे अनुज्ञेय असते. विनिर्देशाप्रमाणे प्रबलीकरण शिगांची विकृति उच्च-बंध प्रकारची असावी लागते. पूर्वप्रतिबलित कॉंक्रीटचे प्रबलीकरण उच्च-प्रतिबल पोलादाने केले पाहिजे. प्रबलीकरण शिगांना बांधावयाची तार सामान्यत: नरम तापानुशीतित पोलादाची असते. कॉंक्रीटचे ठोकळे, धातूचे आधार आणि अन्तरक प्रबली-करण शिगांना जागेवर ठेवण्याकरिता वापरण्यात येतात. त्या संबंधीची चर्चा पुढील परिच्छेदात करण्यात आली आहे.

नकाशांच्यावर अगर विनिर्देशात न दाखविलेले शिगांचे जोड कार्यभारी अभियंत्याच्या अनुमतीशिवाय करू नयेत. जोडांची लांबी सामान्यपणे नकाशावर दाखविलेली असते अगर विनिर्देशित केलेली असते. तुळ्या, स्तंभ व बाहेर काढण्याचे नमुने यांच्यावर केलेल्या चाचण्यांवरून असे दिसून आले आहे की, उत्तम प्रकारे स्पंदन केलेल्या चांगल्या प्रतीच्या कॉंक्रीटमध्ये विकृत शिगांतील पूर्ण बंध-प्रतिरोध बांधलेल्या जोडांच्या जवळ विकसित होतो. वेल्डिंग करूनही जोड तयार करता येतात मात्र सांध्यात प्रत्यक्ष शिगेतल्या इतकीच शक्ती विकसित झाली पाहिजे.

प्रबलीकरण शिगांचे गंजण्यापासून व आगीचा धोका होण्याची शक्यता असल्यास त्यामुळे होणाऱ्या नुकसानीपासून संरक्षण करण्याकरिता त्यांच्यावर पुरेशा प्रमाणात कॉंक्रीटच्या आवरणाची तरतूद करावी. ज्या ठिकाणी कॉंक्रीट क्षारीय अगर खाऱ्या पाण्यात बुडलेले असते अगर त्याचा परिणाम होण्याचा संभव असतो अशा कॉंक्रीटचे विशेष प्रकारे संरक्षण करण्याची जरूरी असते. प्रबलीकरण शिगांचे स्थान आणि कॉंक्रीटमध्ये संनिहित होण्याची किमान खोली सामान्यत: नकाशावर दाखविलेली असते.

जागेवर प्रबलीकरण शिगा बांधण्यापूर्वी त्या विनिर्देशित आकाराच्या आहेत आणि नकाशात दाखविल्याप्रमाणे आणि विनिर्देशाप्रमाणे तोडल्या आणि वाकविल्या आहेत हे निरीक्षकाने पहावे. कॉंक्रीटचे ठोकळे, धातूचे आधार, अगर उपयुक्त साधनांच्या साहाय्याने योग्यप्रकारे सर्व प्रबलीकरण शिगा स्थानावर घट्टपणे आधारित कराव्या. जागेवर शिगा बसविल्यावर त्यांची स्थाने, त्यांच्यामधील अंतरे आणि जोडांची लांबी तपासून घ्यावी.

विभाग २० (अ) त दाखवून दिलेल्या परिस्थितीत कॉंक्रीटमध्ये कॅल्शियम क्लोराइड वापरण्याने प्रबलीकरण पोलादाचे काही क्षरण होते असे ब्यूरोचा अनुभव दर्शवीत नाही. अलिकडे प्रकाशित झालेल्या माहितीवरून असे दिसून आले आहे की, कॅल्शियम क्लोराइड असलेल्या कॉंक्रीटमध्ये संनिहित केलेल्या पोलादी प्रतिबलित तारा तीन वर्षानंतर अतिशय गंजून गेल्या होत्या. यावरून पूर्वप्रतिबलित कॉंक्रीटमध्ये कॅल्शियम क्लोराइड वापरू नये असे

दिग्दर्शित होते. जेव्हा काँक्रीट छिद्रयुक्त असते अगर माफक प्रमाणात घनिष्ट असते व जेव्हा बदलत्या आर्द्र अवस्थांचा त्यावर प्रभाव पडतो तेव्हा अशा काँक्रीटमधील संनिहित केलेले संरचना पोलाद गंजून गेल्याचा पुरावाही मिळाला आहे.

असे क्षरण दिसून आलेल्या सर्व उदाहरणात ह्या क्रियेची व्याप्ती प्रभावी नव्हती आणि (म्हणून) कॅल्शियम क्लोराइड वापरण्यास परवानगी देता येईल. परंतु जेथे संनिहित धातूचे जस्तीकरण केलेले असते तेथे कॅल्शियम क्लोराइड वापरण्यास अनुमती दिली जात नाही.

काँक्रीटमध्ये संनिहित केलेल्या काही अलोहीय धातू जर प्रभावीपणे संरक्षित केल्या नाहीत तर अवश्य गंजून जातात. जस्त, ॲल्युमिनम आणि कॅडमियमचे प्लेटिंग केलेले भाग विशेषप्रकारे संभाव्य असतात आणि त्यांचे ॲस्फाल्ट, व्हार्निश, पिच अगर अन्य अक्रिय द्रव्याच्या अखंड लेपाने संरक्षण करावे. शिसे कमीजास्त प्रमाणात गंजून जाते आणि प्रारंभिक आघात सहन करण्याइतके ते जाड नसेल तर त्यावर संरक्षक लेप देणे जरूरीचे असते. धातू गंजून जात असताना एक आवरण तयार होते आणि त्यामुळे आणखी होणाऱ्या आघातापासून तिचे संरक्षण होते. काँक्रीटमध्ये जर क्लोराइडे नसतील तर गंजण्याचा धोका न होता तांबे त्यात संनिहित करता येते.

प्रत्यक्ष संपर्क होईल अगर एकमेकांना चिकटून राहतील अशा विषम धातू, जर त्यांचे गंभीर प्रमाणात गॅल्व्हनीकरण होणार नाही अशी परिस्थिती असल्याची खात्री नसेल तर, संनिहित करू नयेत.

काँक्रीटला इजा पोहोचू नये व त्याच्या पृष्ठभागावर गंजाचे विद्रुप डाग पडू नयेत म्हणून जरुर तेथे धातूच्या सळयांचे आधार आणि अंतरक गंज न चढणाऱ्या धातूचे बनविण्याची विनिर्देशांप्रमाणे जरुरी असते. गंजरहित अनेक प्रतीचे पोलाद ही गरज पुरी करू शकते.

१००–अंतिम तपासणी

काँक्रीट टाकण्याच्या लगेच आधी अंतिम निरीक्षण करण्यात येते आणि काँक्रीट टाकण्याच्या, सर्व तयारींची ही सांगोपांग परीक्षा असते. पाया स्वच्छ करणे, संरचना जोड साफ करणे, नालीची फरशी, नळांच्या तोट्या, गारा आणि शीतल जल नळी आणि जोडकामाचे साहित्य, प्रबलीकरण शिगा आणि इतर धातुसाहित्य, संनिहित करण्याची उपकरणे, आणि फर्मे यांचा त्यात समावेश असतो. नकाशे आणि विनिर्देशांप्रमाणे व दिलेल्या काही विशेष सूचनांच्याप्रमाणे ह्या बाबी आहेत याची खात्री मिळण्याकरिता काळजीपूर्वक तपासणी करावी. चाचणीच्या पदसंज्ञांस अनुसरून परिशिष्टात तपासणीच्या बाबींची एक परीक्षा सूची दिली आहे.

१०१–मक्तेदाराने करावयाची पूर्वतयारी

काँक्रीट टाकण्यास सुरवात करावी असा मक्तेदारास आदेश देण्यापूर्वी काँक्रीट टाकण्याच्या कामावरील निरीक्षकाने अशी खात्री करून घ्यावी की हे काम व्यवस्थितपणे करण्याची

मक्तेदाराची तयारी पूर्ण झाली आहे. ह्या तयारीत परिवहन आणि (काँक्रीट) टाकण्याच्या साधनांची तपासणी, ती स्वच्छ आणि दुरुस्त स्थितीत आहेत, आणि कोणचाही गैर खोळंबा न होता काँक्रीट टाकता येईल अशी योग्य प्रकारे आयोजित केली आहेत व पुरेशी आहेत, ह्याची पहाणी करण्याचा त्यात अंतर्भाव असतो. जर काँक्रीट रात्री टाकावयाचे असेल तर फर्म्याच्या आंतील बाजू प्रकाशित होतील इतकी दिव्यांची योजना पर्याप्त केलेली असावी. योग्य प्रकारे काँक्रीट टाकू शकेल आणि त्याची सफाई करू शकेल याची खात्री होण्यासारखे मक्तदाराचे कार्यकारी दल पुरेशा प्रमाणात असावे आणि आक्षेपार्ह विभाजन न होता काँक्रीट अंतिम स्थानावर पोहोचू शकेल अशा तऱ्हेने उपकरणांची योजना केलेली असावी.

काँक्रीट टाकण्याच्यावेळी उपयोगात येणाऱ्या अवश्य असणाऱ्या तसेच राखीव स्पंदकांची संख्या व अवस्था जरुरीप्रमाणे समाधानकारक असावी.

थंड हवेत संरक्षण होण्याकरिता पुरेशा सुविधांची तरतूद केलेली नसेल तर, जेव्हा तपमान गोठण-बिंदूपर्यंत जाण्याचा संभव असतो तेव्हां, काँक्रीट टाकण्याच्या कामास सुरवात करू नये. जल मुरवण तात्काल सुरू करण्याच्या अगर मोहोरबंद करण्याचे संयुग लावण्याच्या सुविधा योग्यवेळी वापरण्याकरिता तयार ठेवाव्यात. काँक्रीट टाकण्याच्या आणि प्रमाण–नियंत्रक व मिश्रणाच्या संयंत्राच्या महत्वाच्या जागांच्या दरम्यान शक्य असेल तेथे आकाशवाणी आणि दुरध्वनींच्या सहाय्याने दळणवळणाची तरतूद करणे सुद्धा मक्तेदाराच्या फायद्याचे असते. अशा जलद दळणवळणाचा परिणाम वितरणाच्या कार्यक्रमावर चांगले नियंत्रण ठेवण्यात होतो व त्यामुळे मिसळलेले काँक्रीट फुकट जाण्यास प्रतिबंध होतो.

आ–परिवहन

१०२–संयंत्राचा आराखडा आणि पद्धती

जरी काँक्रीट काळजीपूर्वक प्रमाणित केले आणि त्याचे योग्यप्रकारे मिश्रण केले तरीही त्याचे परिवहन करताना आणि ते जागेवर टाकण्याच्यावेळीं अयोग्य पद्धती वापरल्या आणि निष्काळजीपणा दाखविला तर त्याच्या दर्जात गंभीरपणे बाधा येते. संरचनांच्या विनिर्देशांच्या मर्यादेत राहून वापरावयाच्या पद्धती आणि सुविधांची निवड करण्यात जरी मक्तेदाराला स्वातंत्र्य असले तरीही अशा पद्धती आणि सुविधांच्या पुरेपणाची आणि उपयुक्ततेची जबाबदारी त्याचेवर असते. विशिष्ठ उपकरणांचा उपयोग करताना अवश्य असणाऱ्या गरजा पुऱ्या करण्याकरिता काँक्रीटच्या मिश्रणाच्या अभिकल्पनेत फरक करण्याची जरुरी नसावी. बऱ्याच प्रमाणात काँक्रीट टाकण्याची गरज असणाऱ्या धरणे आणि इतर कामांच्या विनिर्देशाप्रमाणे, काँक्रीट हाताळणे आणि जागेवर टाकण्यासंबंधीच्या आराखड्यांचे आणि वापरण्यांत येणाऱ्या उपकरणांचे नकाशे आणि तपशीलवार वर्णन मक्तेदारानें सादर करणे अवश्य असते, प्रकल्पावरील टिप्पणी आणि शिफारशींच्यासह ह्या माहितीचे उपकरणाची पर्याप्तता आणि उपयुक्तता निश्चित करण्यासाठी मुख्य अभियंत्याच्या कार्यालयात पुनर्विलोकन करण्यात येते.

संयंत्राचा आराखडा आणि पद्धतींच्यासंबंधी मक्तेदार योजना तयार करत असताना अनिष्ट बाबी टाळण्याच्या हेतूने मक्तेदाराशी सहकार्य करण्याची प्रकल्पावरील अभियंत्यांना अनेकवेळा संधी मिळते. या प्रकरणाच्या पुढील विभागात त्यापैकी काही बाबींची चर्चा केली आहे. सर्व संबंधित लोकांना विनिर्देशांतील तरतुदींची अशी स्पष्ट जाणीव असावी की संयंत्राच्या आराखड्याला आणि कार्यपद्धतीला मान्यता दिल्याने विनिर्देशांतील गरजा पुऱ्या करण्याच्या जबाबदारीतून मक्तेदार मुक्त होत नाही. विश्लेजन आणि अवपातहानि कमीत कमी होण्याच्या दृष्टीने काय करणे जरूर आहे ह्याकडे, काँक्रीट हाताळण्याच्या आणि टाकण्याच्या सर्व क्रिया होत असताना, काटेकोरपणे लक्ष दिले पाहिजे आणि मान्य होतील असे फल देऊ न शकणारे कोणतेही उपकरण लागलीच सुधारले पाहिजे अगर त्याचे जागी दुसरे आणले पाहिजे.

१०३ – परिवहन

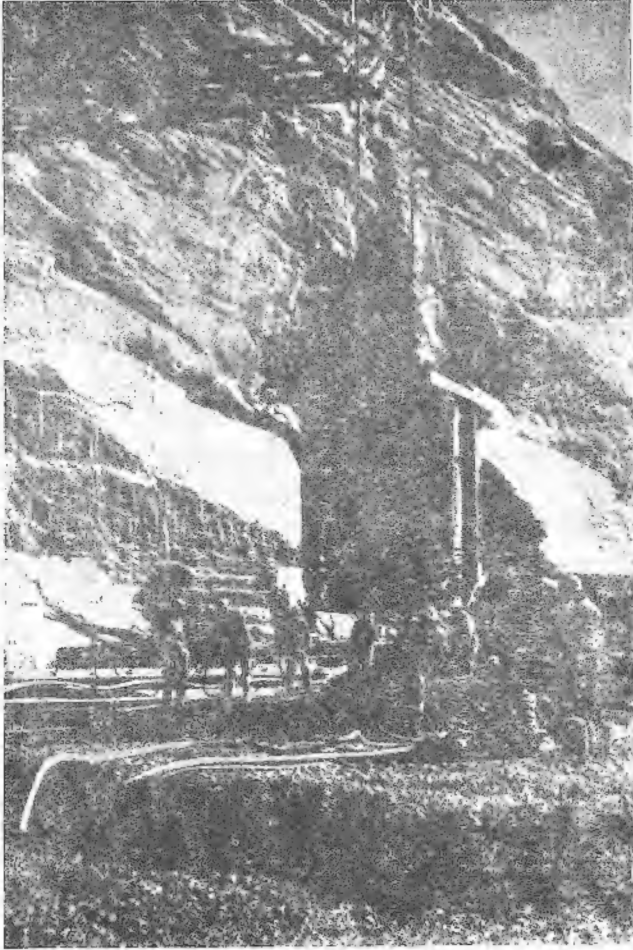
मोठाल्या बांधकामांच्यावर काँक्रीट वाहून नेण्याच्या काही पद्धतींची चर्चा पुढील परि–च्छेदात केली आहे आणि त्यात काँक्रीटच्या निरीक्षकाला औत्सुक्य असलेल्या काही मुद्यांचा मुद्दाम समावेश केला आहे.

(अ) बारड्या – कामावर असणाऱ्या परिस्थितीला साजेशा अभिकल्पन केलेल्या आणि योग्य रीतीने वापरलेल्या बारड्या हे काँक्रीट हाताळण्याचे आणि ते जागेवर टाकण्याचे एक अत्यंत संतोषजनक साधन आहे. तथापि ट्रकने अगर रेलगाडीने त्या इतक्या दूर न्याव्या लागू नयेत की अवसादनामुळे वळकपणे विलगन अगर निस्रवण होईल अगर एक इंचापेक्षा जास्त अवपात हानि होईल अशा कामी त्यांचा वापर करावा लागेल (पुढील (आ) आणि विभाग ९० पहा). संरचना कामाकरिता काँक्रीट हाताळण्याच्या पोलादी बारड्यांची क्षमता १ ते २ घ. यार्डापासून मोठाल्या भारी काँक्रीटच्या प्रकल्पावरील १२ घ. यार्डांपर्यंत असते (आ. १२३).

बारड्यांच्या बाबतीत आणि त्यांचा वापर करताना खालील गरजा पुऱ्या झाल्या पाहिजेत.

(१) काँक्रीटच्या वाट्याच्या अगर त्याच्या गुणिताच्या आकाराशी जुळेल अशी बारडीची क्षमता असावी. बारड्या भरत असताना वाट्यांचे विभाजन होऊ नये हा त्यातील उद्देश असतो.

(२) अल्प अवपाती, निबल मिश्रणाचे काँक्रीट तात्काळ ओतता येईल अशी बारडीची क्षमता असावी. एका जागी तुलनेने अल्प प्रमाणात काँक्रीट (बारडीतून बाहेर) टाकता येईल अशी बारडीतील संरचना असावी. तसेच निस्रावावर नियंत्रण करता यावे म्हणजे फर्म्यांचे नुकसान होणार नाही व ते वाकडेतिकडे होणार नाहीत.



आ. १२३

ज्यातून अल्प अवपाताचे काँक्रीट सहज टाकता येईल व निस्राव हळुहळु अगर अंशतः करता येईल आणि दृढीकरण करताना कमीत कमी आडवी हालचाल करावी लागेल अशा तुलनेने लहान जुळ्या ढिगात काँक्रीट टाकता येईल अशी १२ घनयार्ड मापाची बारडी.

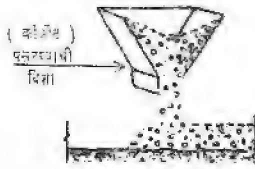
P 557-420 – 05480

(३) भरड मिलाव्याचे ठळकपणे विलगन न होईल अशा तऱ्हेने बारड्या भराव्या आणि ओताव्या. (आ. १०७ आणि १२४ पहा).

आ) गाड्या व ट्रक

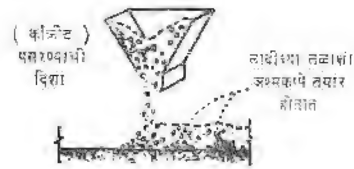
तुलनेने कमी लांबीच्या बोगद्याच्या अस्तराच्या काँक्रीटच्या वाहतुकीकरिता पुष्कळवेळा रेलगाड्यांचा वापर करण्यात येतो आणि केंद्रीय मिश्रकातून लहान विखुरलेल्या बांधकामावरील काँक्रीटच्या वापराकरिता ट्रक सोयीस्कर असल्याचे आढळून आले आहे. या संचांत (काँक्रीट) भरताना व त्यातून ते बाहेर ओतताना आ. १०७, १२४ आणि १२५ मध्ये दाखविलेल्या योग्य पद्धती वापरून विलगन टाळता येते.

काँक्रीट ओतले असताना त्याच्या पृष्ठभागावर मुक्तजल असू नये. तसेच काँक्रीटच्या तळाशी आक्षेपार्ह प्रमाणात भरड मिलाव्याचे अवस्थापन होऊ नये अगर त्याची वडी बनू नये. (१) शुष्कतर मिश्रण वापरून (२) वायुधारणाचा वापर करून (३) ट्रक, नाळकी अगर गाड्यांच्या प्रस्रावी द्वारांमधून काँक्रीट जात असताना ढोबळपणे त्याचे पुनर्मिश्रण करून अगर (४) फर्म्याच्या मार्गावर अगर जवळ काँक्रीट असताना ते बाहेर ओतण्यापूर्वी त्याच्यामधून अल्प प्रमाणात संपीडित हवा सोडून अशा तऱ्हेचे स्तरीभवन अगर अवस्थापन बऱ्याच प्रमाणांत कमी करता येते. (ह्या सेवेबरोबर बोगद्याच्या अस्तराची काही उपकरणे



बरोबर

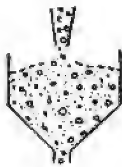
बारडी फिरवा म्हणजे विलग झालेली खडी काँक्रीटवर पडेल तेथे ती काँक्रीटच्या राशीत सहज मिसळता येईल.



चूक

ढीग करणे, ज्यामुळे फर्म्यांत अगर अध-स्तरावर सुटी खडी गरंगळत येते.

काँक्रीट टाकणे



बरोबर

दरवाज्याच्या प्रत्यक्ष द्वारात काँक्रीट टाकणे.

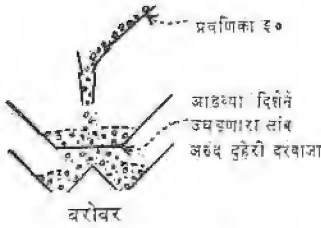


चूक

नाळक्यांच्या उतरत्या बाजूवर काँक्रीट टाकणे.

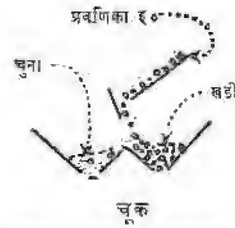
नाळकी अगर बारड्यात काँक्रीट भरणे

(आ. १२४ पुढील पानावर चालू)



बरोबर

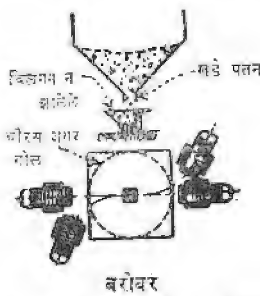
जर विभाजित नाळके वापरणे जरूरीचे असेल (शक्य तेथे एकेरी प्रस्तावी नाळकी वापरावीत) तर (त्याकरिता) वरील योजनेत एक लवचिक पद्धति दाखविली आहे.



चूक

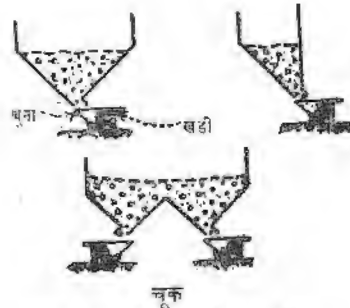
वरील प्रमाणे विभाजित नाळके भरल्याने विलगन होते आणि कोणत्याही एका दरवाज्यातून सोडलेल्या कॉंक्रीटमध्ये एकसारखेपणाचा अभाव असतो.

बिभागलेली कॉंक्रीट – नाळकी



बरोबर

मधील द्वारातून (कॉंक्रीट) सोडल्यामुळे बगीच्या मध्यावर कॉंक्रीटचे उभ्या दिशेने पतन करता येते. एकमेकासमोरच्या बाजूतून कॉंक्रीट सोडण्याच्या पर्यायी पद्धतीत, दोन प्रस्तावी दरवाजे असलेल्या आक्षेपार्ह विभाजित नाळक्यातून जसे जलद भरण करता येते तसे भरण करणे शक्य होते.



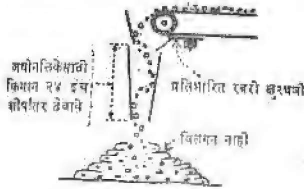
चूक

उतरत्या नाळक्याचे दरवाज्याचे जे प्रत्यक्षात शेवटी नियंत्रण नसलेल्या प्रवणिका असतात त्यातून बग्या भरताना (कॉंक्रीटचे) आक्षेपार्ह विलगन होते

कॉंक्रीटच्या बग्या भरण्याकरिता नाळक्यातील प्रस्ताव

आ. १२४

कॉंक्रीट बारड्या, नाळकी आणि बग्यात भरणे आणि त्यातून ते ओतणे यांच्या योग्य आणि अयोग्य पद्धती. योग्य कार्यपद्धती वापरल्याने चुन्यातून भरड मिलावा विलग होण्याचे टाळता येते. PX – 8 – 25316



बरोबर

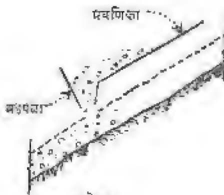
काँक्रीट नाळक्यात, बारक्यात, गाड्यात, या ट्रकमध्ये टाकले जात असो अगर फर्म्यात टाकले जात असो वरील योजनेमुळे काँक्रीटच्या विलगनास प्रतिबंध होतो



चूक

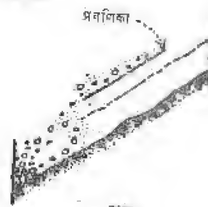
पट्ट्याच्या शेवटी अपुरे नियंत्रण अगर त्याचा संपूर्ण अभाव. सामान्यतः अडथळ्यामुळे अगर उथळ नाळक्यामुळे विलगनाची केवळ दिशा बदलते.

वाहकपट्ट्याच्या शेवटी होणाऱ्या काँक्रीटच्या विलगनावरील नियंत्रण



बरोबर

अडथळा बसवा आणि (काँक्रीट) प्रवणिकेच्या टोकाशी टाका म्हणजे विलगन टाळता येईल आणि काँक्रीट उतारावर (स्थिर) राहील



चूक

फरसबंदी करावयाच्या उतारावर शेवट मुक्त असलेल्या प्रवणिकेतून काँक्रीट सोडणे. खडीचे विलगन होते व ती उताराच्या तळाशी जाते.

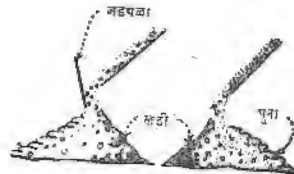
गतीमुळे काँक्रीटच्या उतारावरून खाली पसरण्याकडे प्रवृत्ति होते.

उतरत्या पृष्ठभागावर काँक्रीट टाकणे



बरोबर

काँक्रीट नाळक्यात, बारक्यात, गाड्यात, ट्रकमध्ये टाकले जात असो अगर फर्म्यात टाकले जात असो, प्रवणिका कितीही अखूड असो वरील योजनेमुळे विलगनास प्रतिबंध होतो.



चूक

कोणत्याही काँक्रीटच्या प्रवणिकेच्या अखेरीस नियंत्रणाचा अभाव मग ती कितीही अखूड असो.

अडथळ्यामुळे सामान्यपणे विलगनाची केवळ दिशा बदलते.

काँक्रीटच्या प्रवणिकांच्या टोकास होणाऱ्या विलगनाचे नियंत्रण

ही अवस्था, मिश्रक, ट्रक वगैरे तसेच लांबलर प्रवणिका यांच्यातून होणाऱ्या उतरत्या (काँक्रीटच्या) प्रवाहांना लागू असते. पण जेव्हा काँक्रीट दुसऱ्या प्रवणिकेत अगर वाहक पट्टावर ओतले जाते त्यावेळेस लागू होत नाही.

आ. १२५

पट्टावाहकानी आणि प्रवणिकातून काँक्रीट टाकण्याच्या योग्य आणि अयोग्य पद्धती. वाहक पट्ट्यांच्या आणि प्रवणिकांच्या शेवटी जर विलगन नियंत्रित करावयाचे असेल तर योग्य कार्यपद्धती वापरल्या पाहिजेत. 288 – D – 854

पुरविण्यात येतात.) वरील उपायांपैकी शुष्कतर मिश्रणे वापरणे आणि वायुधारण ही सर्वात जास्त प्रभावी असतात. ब्यूरोच्या अनेक प्रकल्पावर वायुधारणाचा उपयोग केल्याने ३ इंचांपेक्षा कमी अवपात असलेले काँक्रीट त्यात विक्षोभ न होता आणि आक्षेपार्ह विलगन न होता वायुधारणापूर्वी शक्य होते त्यापेक्षा जास्त अंतरापर्यंत साध्या ट्रकमधून वाहून नेणे शक्य असल्याचे आढळून आले आहे. तथापि अशी वाहतूक २ अगर ३ मैलापेक्षा जास्त असू नये.

जेव्हा वरील उपाय प्रभावी होत नाहीत तेव्हा लांब वाहतुकीमुळे होणाऱ्या विलगनाचा, ट्रक अगर रेलगाडीवर बसविलेल्या भिन्नभिन्न प्रकारच्या आंदोलकांचा उपयोग करून, निरास करावा अगर शुष्क वाटयाच्या ट्रकमधून मालाचा पुरवठा होणाऱ्या हातवाहू मिश्रकात कामाच्या जागेजवळ काँक्रीटचे मिश्रण करणे अधिक पसंत करावे.

(इ) प्रवणिका

सामान्यपणे वापरण्यात येणारे हे उपकरण काँक्रीटची वाहतूक करण्याकरिता वापरल्या जात असलेल्या साधनांतील सर्वात जास्त असमाधानकारक साधन आहे. ब्यूरोच्या कामावर प्रवणिकांचा वापर करण्यास बंदी घातलेली नाही परंतु कार्यवाही अशा प्रकारे नियंत्रित केली पाहिजे की विलगन आणि आक्षेपार्ह अवपात हानी टाळली जाईल. ह्या अटींची पूर्तता होण्याकरिता खालील गरजा पूर्ण झाल्या पाहिजेत.

(१) शक्य तितका कमी अवपात असलेले आणि स्पंदन केलेले काँक्रीट हाताळता येईल इतक्या पुरेशा खडया उतारावर प्रवणिका असली पाहिजे आणि चर भारांच्याकरिता उतार स्थिर राहील अशा तऱ्हेने तिला आधार दिले पाहिजेत.

(२) प्रवणिका काही थोडया फुटापेक्षा जास्त लांब असल्यास अवपात हानीस अटकाव व्हावा म्हणून तिचे वारा आणि उन्हापासून संरक्षण केले पाहिजे.

(३) उदग्र पतन होईल आणि काँक्रीटच्या अंतर्वस्तूंचे विलगन न होईल अशा प्रभावी अंत्य नियंत्रणाची तरतूद केली पाहिजे व ती घातूच्या पात–प्रवणिकांच्या दोन विभागांच्या स्वरूपात करणे जास्त पसंत करण्यात येते. (आ. १०७ आणि १२५ पहा). प्रवणिकेची लांबी अगर उतारामुळे विलगन होत नसून नियंत्रणाच्या अभावी होत असल्यामुळे हे अंत्य नियंत्रण अव्वल महत्वाचे असते.

(ई) पट्टावाहक

जर विलगन आणि आक्षेपार्ह अवपात हानी रोखता आली आणि पट्टा परतताना त्यावर चुन्याची हानी होत नसली तर पट्टावाहकांचा वापर करण्यास हरकत नाही. ऊन आणि वाऱ्यापासून पट्टयाचे संरक्षण करून अवपात हानि बऱ्याच प्रमाणात रोखता येण्यासारखी असते. विलगन मुख्यत्वेकरून स्थानांतरण बिंदूंच्याजवळ आणि वाहकाच्या शेवटी होत असल्याने उपयुक्त नाळक्यांचा आणि पात प्रवणिकांचा वापर करून ते टाळावे. (आ. १०७ व १२५ पहा).

(ड) वायुवीय पद्धती

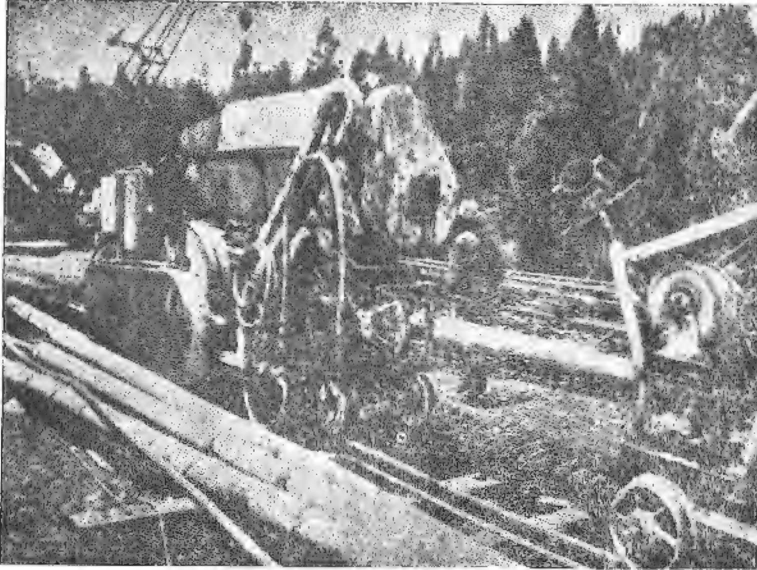
बोगद्याच्या अस्तराचे कॉंक्रीट टाकण्याकरिता वायुवीय पद्धती सामान्यपणे वापरण्यात येतात व बरेचवेळा त्यांचे परिणामही चांगले होतात. असे असले तरी वायुवीय पद्धतीत काही तोटे असतात. बोगद्याच्या कमानीच्या आतील ताज्या कॉंक्रीटमध्ये जर प्रस्राव नळीचा शेवट बुडवून ठेवला नाही तर जोरात प्रस्रावित केलेल्या कॉंक्रीटच्या आघातामुळे भरड मिलाव्याचे विलगन होते. परिणामत: पोतभितींच्या भागात कॉंक्रीट टाकण्याच्या सुरुवातीस विलगन जास्तीत जास्त ठळकपणे होते आणि जर ते पोतभितींच्या जोडांच्याजवळ जलरोधकांच्या–भोवती ओतावयाचे असेल तर विशेषेकरून आक्षेपार्ह असते. म्हणून विनिर्देशांप्रमाणे बोगद्याचे कॉंक्रीट टाकण्याकरिता वापरण्यात येणारी उपकरणे आणि त्याच्या कार्यवाहीच्या पद्धती, तेज गतीने प्रस्राव आणि परिणामी होणारे विलगन न होता फर्म्यात कॉंक्रीट सोडता येईल, अशा असण्याची आवश्यकता असते. काही वायुबंदुकींच्या सहाय्याने या आवश्यकतांचे बऱ्याच प्रमाणात पालन होईल अशा प्रकारे काम करण्यात आले आहे, परंतु कमानीतील कॉंक्रीटने प्रस्राव नळीचा शेवट झाकून जाईपर्यंत (वरील आवश्यकतांचे) पालन होत असल्याची खात्री करण्यासाठी सतत निरीक्षणाची गरज असते. ज्या ठिकाणी वेगावर नियंत्रण न ठेवता वायुबंदूक वापरण्यात येते तेथे (कॉंक्रीट) टाकण्याच्या सुरुवातीस येणारी विलगनाची अडचण लहान आकाराच्या मिलाव्याचे जास्त दाट कॉंक्रीट वापरून आणि फर्म्यात योग्य प्रकारे कॉंक्रीट बसण्याकरिता अखंड पद्धतीत ज्याप्रमाणे (कॉंक्रीट) पुढे पुढे नेण्यात येते तसे उतार विशेषत: प्रस्थापित होईपर्यंत भरपूर वेळ देऊन कमी करता येते.

वायुवीय पद्धतींच्या बाबतीत आणखी एक आक्षेप झोत पद्धतीत होणारी अवपात हानि हा आहे. मिश्रक आणि फर्म्यांच्या दरम्यान ३$\frac{१}{२}$ इंचाइतकी मोठी अवपात हानी झाल्याचे आढळून आले आहे आणि २ ते ३ इंच अवपात हानि होणे ही नित्याची बाब होऊन बसली आहे. याचा अर्थ हा आहे की मिश्रित कॉंक्रीटमध्ये मिश्रक आणि फर्म्यांच्या दरम्यान होणाऱ्या अवपात हानीची भरपाई करण्याकरिता पाणी आणखी घालावे लागेल आणि अवश्य असणारे जल–सिमेंट गुणोत्तर प्राप्त होण्याकरिता दर घ. यार्डास पिपाच्या $\frac{१}{१०}$ इतका सिमेंटचा अंश वाढवावा लागेल. ह्या जादा सिमेंटच्या लागतीशिवाय एक तोटा असा आहे की वाढीव जलांशामुळे कॉंक्रीटचे अधिक शुष्कन संकुचन होते आणि त्यामुळे गोठण आणि वितळणाला होणारा प्रतिरोध कमी होतो (आ. १ व १७ पहा).

ब्यूरोच्या विनिर्देशाप्रमाणे जरी बोगद्याच्या बाजूतील आणि कमानीतील कॉंक्रीट वायुवीय उपकरणांनी टाकणे अनुज्ञेय असले तरी बोगद्याच्या अधस्तरावरील कॉंक्रीट टाकण्याकरिता अशा उपकरणांचा वापर करण्यास बंदी आहे. वायुबंदूक भरण्याकरिता जे उपकरण वापरण्यात येते त्यात किंचित् सुधारणा करून अधस्तरावर थेट कॉंक्रीट टाकण्याकरिता ते वापरण्यात येते. असे कॉंक्रीट थेट टाकताना प्रवणिकेच्या अगर पट्ट्याच्या अखेरीस उदग्र अधोनळीच्या एक अगर दोन विभागातून कॉंक्रीट बाहेर सोडून विलगन होण्याचे टाळावे.

(ऊ) पंप करणे.

बोगदे, पुलाच्या तक्तपोशी आणि काही विद्युत्गृहे व इमारती, जेथे जागा मर्यादित असते, अशा ठिकाणी कॉंक्रीट वाहून नेण्याच्या सर्वात जास्त संतोषजनक पद्धतींच्यापैकी एक, पोलादी नळातून कॉंक्रीट पंप करणे, ही आहे. (आ. १२६ पहा). इंपीरिअल आणि बार्टलेट धरणांसारख्या मर्यादित नसणाऱ्या जागांतही पंपाचा वापर करून संतोषजनक फलप्राप्ती झाली आहे पण केंद्रीय मिश्रकातून कॉंक्रीट पोहोचते करावयाच्या पर्यायी पद्धतींच्या मानाने तसा काही जास्त फायदा (या पद्धतीत) मिळत नाही. जरी १००० फुटांपेक्षा जास्त लांबीच्या पंपाच्या नळाची शिफारस करण्यात येत नसली तरी अत्यंत फायदेशीर परिस्थितीत १३०० फुटाइतक्या दूर सरळ आडव्या नळातून कॉंक्रीट पंप करण्यात आले आहे. वळणे, उभार आणि रुक्ष कॉंक्रीटमुळे पंपिंगचे कमाल अंतर बरेच कमी होते. उदाहरणार्थ ९० अंशाचे वाकण ४० फूट सरळ क्षैतिज लांबीच्या इतके असते आणि शीर्षाचा प्रत्येक फूट अशा नळाच्या सुमारे ८ फुटाइतका असतो.



आ. १२६

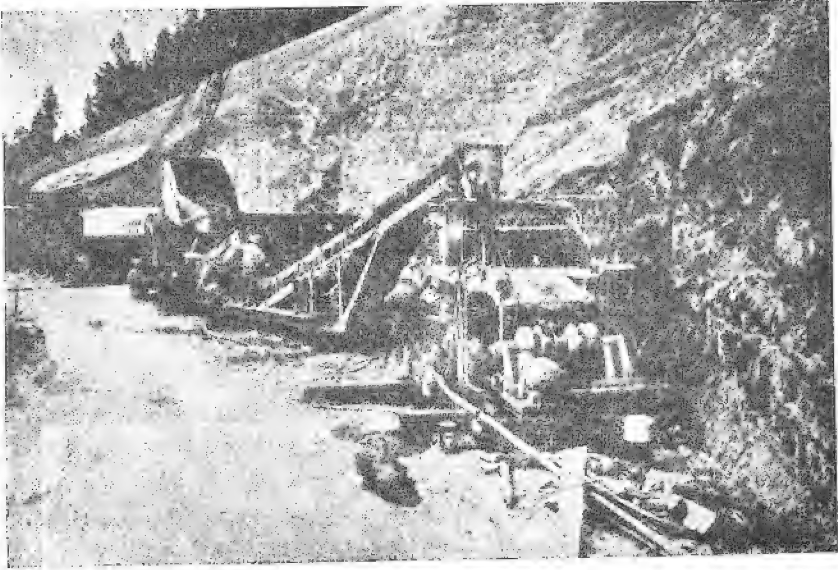
कॅलिफोर्नियातील मध्य घाटी प्रकल्पातील कॅंप क्रीक मोड बोगद्यातील कॉंक्रीट टाकण्याकरिता वापरण्यात आलेले पंप क्रीट यंत्र. SP – 85 –CV

जरी निर्माते आपली मोठ्यात मोठी पंपिंगची उपकरणे ३ इंचाइतका मोठा मिलावा असलेले कॉंक्रीट पंप करू शकतील अशा क्षमतेची आहेत असे मानत असले तरी ब्यूरोच्या अनुभवावरून असे दिसून आले आहे की जर अशा उपकरणांतून पंप करावयाच्या मिलाव्याचा आकार २½ इंचाइतका सीमित केला तर कार्यवाहीत येणाऱ्या अडचणी बऱ्याच कमी होतात. काही उदाहरणांत अस्तराच्या जाडीवर अवलंबून राहून अंतर्ग्रस्त राशी, इच्छित शक्ति, व प्रबलित शिगांच्यामधील अंतर, ह्या गोष्टी लक्षात घेता १½ इंच कमाल आकाराच्यापेक्षा जास्त मोठा मिलावा वापरणे उचित नसते. सामान्य निर्धारित क्षमतेची मर्यादा दर ताशी १५ ते ६५ घनयार्डापर्यंत असते. बोगद्याच्या कमानीच्या अस्तरांतील कॉंक्रीटचा अवपात कमाल ४ इंचाइतका विनिर्देशांत मर्यादित केलेला असतो (सा.१३प्र.३) आणि ३ ते ४ इंच अवपात असलेले कॉंक्रीट पंप करण्यात सामान्यतः चांगली प्रगती होते.

वर वर्णन केल्याप्रमाणे निष्पादन फक्त चांगल्या यांत्रिकी स्थितीत असलेल्या आणि योग्य प्रकारे ज्यांच्या झडपा समायोजित केलेल्या आहेत अशाच पंपातून होऊ शकेल हे लक्षात ठेविले पाहिजे. ब्यूरोच्या कामावर सामान्यपणे तयार केलेल्या चांगल्या सुकार्य मिश्रणामध्ये जेव्हा कार्यवाही अडचणी उद्‌भवतात तेव्हा पंपातील यांत्रिकी घटकात सामान्यपणे बिघाड झालेला असतो आणि मिश्रणात अगर अवपातात बदल करण्याच्या आधी त्यांची दुरुस्ती करावी लागते. तथापि, विशेषतः लांब नळातून यशस्वीपणे (कॉंक्रीट) पोहोचण्याकरिता वायुधारित कॉंक्रीटच्या बाबतीत वायुधारण केले नसताना लागणाऱ्या अवपातापेक्षा काहीशा जास्त वाळूची आणि कदाचित १ इंच जास्त अवपाताची जरुरी लागेल हे लक्षात घ्यावे. नळातून कॉंक्रीट सरकत असताना धारित वायूच्या संपीडनामुळे सुकार्यतेत होणाऱ्या घटीची भरपाई व्हावी म्हणून ह्याची गरज असते. बऱ्याचशा बोगद्यातील अस्तरांच्या कार्यवाहीत वापरण्यात येणाऱ्या आखूड नळांची यशस्वी कार्यवाही होण्याकरिता तितकीशी अतिरिक्त वाळू अगर पाणी घालण्याची जरुरी बहुधा पडत नाही आणि आवश्यकता नसेल तर ती घालूही नयेत.

नळातून बाहेर पडणारे कॉंक्रीट सामान्यपणे विलगनापासून मुक्त असते; खरे म्हणजे ज्या कॉंक्रीटमध्ये मोठ्या प्रमाणात विलगन होते ते कॉंक्रीट संतोषजनकपणे पंपातून हाताळताच येत नाही. उत्तम कार्यवाही होण्याकरिता पंपाच्या पोषक नाळक्यात मानक सहाय्यक आंदोलकाची जरुरी लागते (आ. १२७ पहा). हेही लक्षात ठेवावे की यंत्रणेतील ताठरपणा आणि लांबलचक नळातील कॉंक्रीटची राशी या बाबींच्यामुळे चांगले नियंत्रण ठेविण्याकरिता अवश्य असलेले जलद समायोजन करण्यात अडथळा येतो. अवजड प्रलावी नळ पुनः बसविण्यात येणाऱ्या अडचणीमुळे एकाच प्रलाव बिंदूजवळ फर्म्यांत प्रमाणापेक्षा जास्त (कॉंक्रीट) पंप करण्याचा व ठळकपणे विलगन न होता जास्त प्रमाणात ते वाहून जाईल असे करण्याचा कल दिसून येतो. त्याचा परिणाम बऱ्याच अंतरापर्यंत वाहून आलेल्या कॉंक्रीटमध्ये गंभीर प्रमाणात भरड मिलाव्याची उणीव निर्माण होण्यात होतो. मध्यजागी बसविलेल्या नाळक्यात कॉंक्रीट पंप करून व तेथून ज्या ठिकाणी ते टाकावयाचे आहे

तेथपर्यंत वाहून नेऊन आणि अतिशय प्रमाणात प्रवाही न होईल असे त्याचे स्पंदन करून ही अवस्था टाळता येते.



आ. १२७

कॅलिफोर्नियातील मध्य घाटी प्रकल्पातील ट्रिनिटी धरणाच्या सांडव्याच्या बोगद्यात कॉंक्रीट पंप करण्याकरिता वापरलेले उपकरण आणि पद्धत. TD – 5008 – CV

मध्यम संघनतेच्या ताज्या सुघट्य, अवियोजनित कॉंक्रीटच्या अखंड पुरवठ्याची, पंप समाधानकारक चालण्यासाठी, आवश्यकता असते. चोंदलेल्या नळामुळे पंपिंगच्या कामासच केवळ उशीर होतो असे नव्हे तर वेळ जादा फुकट जातो, खर्च जास्त वाढतो आणि जर जोड थंड होतील इतक्या वेळ कॉंक्रीट टाकण्याचे काम थांबले तर ते कार्यासही हानिकारक होते. वियोजन, रुक्षता अगर निबल कॉंक्रीटमुळे संघनता अति शुष्क अगर अति ओली झाल्यामुळे अगर अयोग्य अगर अपुऱ्या देखभालीमुळे नळ सामान्यपणे चोंदतात. पंप चालू करताना भरड मिलावा नसलेला नेहमीच्याच कॉंक्रीटचा चुना कॉंक्रीट टाकण्याच्या आधी नळात घालावा. (नळाचा) आकार कोणताही असला तरी नळाच्या दर १००० फूट रेखीय लांबीत नळ स्नेहल करण्याकरिता सुमारे १ घ. यार्ड चुना पुरेसा होतो. त्यानंतर जोपर्यंत पंप चालू राहील तोपर्यंत स्नेहलता टिकून रहावी व घर्षण कमीत कमी व्हावे आणि नळ कमीत कमी चोंदावा म्हणून कामावर नळ शक्यतो जास्तीत जास्त सरळ रेषेत

बसवावा. ११$\frac{१}{४}$, २२$\frac{१}{२}$, ४५ आणि ९० अंशाचा कोन असलेले ५ फूट त्रिज्येचे मानक कोपरे उपलब्ध आहेत. जेव्हा उतरता नळ साफ करण्याकरिता सोडविण्यात येतो तेव्हा काँक्रीटच्या अपवाहाचे नियंत्रण, एक उपयुक्त सूचिका प्रकाराची झडप नळाच्या खालच्या टोकाशी बसवून करता येते.

पंप–नळाच्या शेवटी बसविलेल्या संदाबित वायुवर्धकांचा, बोगद्याच्या अस्तराचे काम करताना कमानीत काँक्रीट टाकावयाचे वेळी मधून मधून हवेच्या मान्याचा अंतःक्षेप करता यावा म्हणून, उपयोग करण्यात आला आहे. वायूमुळे नळाच्या टोकाची स्वच्छता होते, पंप चालविणे सोपे जाते आणि मोठाल्या बोगद्याच्या स्कंधात आडव्या दिशेत काँक्रीट ढकलण्यास भरीव मदत होते. नळाचे प्रस्रावी टोक काँक्रीटमध्ये चांगल्या प्रकारे बुडविलेले असते तेव्हाच फक्त संदाबित वायूचा वापर करावा आणि अवपात हानि कमी व्हावी म्हणून वायु राशि कमीत कमी राहील अशी ठेवावी.

सिलिंडर आणि पिस्टनवर चुना राहू नये म्हणून पाण्याचा प्रवाह पंपाच्या पाण्याच्या जाकिटामधून सोडण्यात येतो. हे पाणी काँक्रीटमध्ये झिरपून जावू नये म्हणून काळजी घेतली पाहिजे. पिस्टनवरचे रबरी सील जेव्हा (सुमारे १००० घ. यार्ड काँक्रीट पंप केल्यावर) झिजून जाते तेव्हा पाणी झिरपू लागते. सिलेंडरच्या खाली असलेल्या निःस्राव नलिकेतून जेव्हा त्याचा प्रवाह बाहेर पडतो तेव्हा त्याच्या राशीत झालेल्या वाढी-वरून आणि त्याच्या बेरंगावरून या झिरपणाचा शोध करावा. काँक्रीटचा पंपात प्रवेश होऊन नळातून ते बाहेर पडण्याच्या दरम्यान होणाऱ्या त्याच्या अवपातातील वाढ किंवा नळ स्वच्छ करण्याकरिता जेव्हा सुटा करण्यात येतो तेव्हा कार्यकारी सिलिंडरच्या टोकात दिसून आलेले मुक्तजल हेही रबरी सीलच्या भोवताली होणाऱ्या झिरपणाचा एक पुरावा म्हणून काम देतात. जर सिलिंडरचे अस्तर अगर पिस्टन बदलण्याची अगर दुरुस्त करण्याची जरूरी आहे इतके जास्त झिजलेले असतील तर नवे रबरी सील बसवून झिरपण क्वचितच बंद होते. हे घटक सामान्यतः ४००० ते ७००० घ. यार्ड काँक्रीट पंप केल्यानंतर बदलावे लागतात. जर उपकरणांची योग्य प्रकारे देखभाल केली आणि पाण्याच्या जाकिटामधून पुरवठा केलेले पाणी जर दाबाखाली नसेल तर झिरपण क्वचितच गंभीर प्रमाणात होते. पंपाच्यावर बसविलेल्या टाकीतून हे पाणी गुरुत्वाने सोडावे आणि दर ताशी काही थोड्या गॅलनपेक्षा ते जास्त लागू नये.

कामाच्या अखेरीस काँक्रीटचा नळ धुण्याकरिता " गो डेव्हिल " च्या पाठीमागे पाण्याचा जर वापर केला तर नळावर ठोके मारून त्याची प्रगती पहावी आणि फर्म्यात काँक्रीट भरून जाण्याच्या किंचित् अगोदर ते बंद करावे. जेव्हा पंपिंग पुनः चालू करण्यात येते तेव्हा गुंडाळी केलेले गोणपाट अगर मुश्याने " गो डेव्हिल " च्या पुढचा एक फूट नळ भरून काढून मोठ्या प्रमाणात होणाऱ्या धक्क्यापासून आणि तणावापासून पंपाची सुटणूक करावी. जेव्हा नळ शेकडो फूट लांब असतो तेव्हा दोन " गो डेव्हिल " एका ओळीत बसवावेत व त्या प्रत्येकाच्या आधी आघात सहन करणाऱ्या द्रव्याची तरतूद करावी.

इ – (कॉंक्रीट) टाकणे

१०४ – चुन्याचा थर

जेव्हा खडकावर अगर दृढीभूत कॉंक्रीटवर कॉंक्रीट टाकावयाचे असते अगर त्याच्याशी बद्ध करावयाचे असते तेव्हा ह्या ताज्या कॉंक्रीटच्या आधी जोडांच्या पृष्ठभागावर चांगल्या प्रकारे घासून चुन्याचा एक थर पसरावा (आ. ९५ व ३६ पहा). जेव्हा चुन्याचा लेप लावावयाचा असतो तेव्हा खडकाचा अगर कॉंक्रीटच्या जोडाचा पृष्ठभाग शुष्कपृष्ठ असावा आणि त्यावर साचलेले पाणी नसावे. कॉंक्रीटमधील मिलावा काढून टाकून उरलेल्या चुन्यासारखाच हा चुना असावा आणि त्यात तितक्याच वायुधारक द्रव्याचा समावेश केलेला असावा. $\frac{1}{2}$ इंचा इतक्या अंदाजी जाडीचा थर जोडाच्या पृष्ठभागावर सहज पसरता येईल इतका हा चुना मऊ असावा. जल-सिमेंट गुणोत्तराच्या मर्यादेत योग्य प्रकारे राहून ही मऊ संघनता प्राप्त करणे सामान्यपणे शक्य असते. चुना जर प्रमाणापेक्षा जास्त पातळ असला तर त्याचे विलगन होऊ लागते आणि तो खालच्या पातळीकडे वाहू लागतो. शक्य तेथे जोडाच्या पृष्ठभागाच्या आत पूर्णतया हा चुन्याचा लेप झाडूने घालावा. संरचना कॉंक्रीटमधील दुर्गम जोडांत जोडाच्या संपूर्ण क्षेत्रावर चुना पसरला गेल्याची खात्री होण्याकरिता काळजी घेतली पाहिजे. अशा जागी चुना पसरण्याकरिता वायुझोतांचा उपयोग करण्यात आला आहे आणि आ. ११७ त दाखवविलेली वायु-शोषण बंदुक या कामी परिणामकारक ठरल्याचे आढळून आले आहे.

जोडाच्या संपूर्ण पृष्ठभागावर पुरा संपर्क राखण्याने आणि बंधांनीच जुन्या व नव्या कॉंक्रीटमध्ये जलरोधकता प्राप्त करता येते. आदर्श परिस्थितीत जोडाचा पृष्ठभाग चांगल्या प्रकारे स्वच्छ केलेला असला आणि संपर्काच्या संपूर्ण क्षेत्रावरील कॉंक्रीटचे पूर्णतया स्पंदन केले तर चुन्याच्या लेपाची जरुरी लागणार नाही. तथापि अशी परिस्थिति क्वचित आढळून येते, आणि जोड जलरोधक असल्याची खात्री राहण्याकरिता फर्म्याशिवाय टाकलेल्या सर्व कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागाकरिता चुन्याचा लेप विनिर्देशित केलेला असतो.

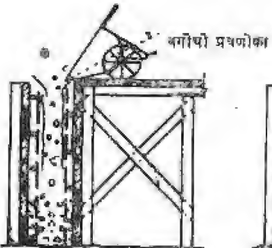
१०५–कॉंक्रीट टाकण्यासंबंधीची सामान्य चर्चा

योग्य प्रकारे टाकलेल्या कॉंक्रीटमध्ये वियोजन झालेले नसते आणि भरड मिलावा, प्रबलीकरण शिगा, आणि इतर संनिहित भागांच्याशी चुन्याचा निगडितपणे संपर्क झालेला असतो. कॉंक्रीट टाकण्याच्या कामावरील निरीक्षकाच्या अनेक कर्तव्यांच्यापैकी जर कोणच्या एकाच्याच तपशिलावर विशेष भर देणे योग्य ठरेल तर ते कॉंक्रीट टाकले जात असताना आक्षेपार्ह वियोजनाविरुद्ध जागरुक रहाणे हे होय.

वियोजनाचे मूलभूत कारण हे असते की कॉंक्रीट हा एक समजातीय पदार्थ नसून अतिशय भिन्न आकार आणि विशिष्ठ गुरुत्व असलेल्या कणांच्या द्रव्यांचा तो मिलावा असतो. परिणामत: मिश्रकातून कॉंक्रीट बाहेर पडलेल्या वेळेपासून (त्यातील) असमान घटकांना

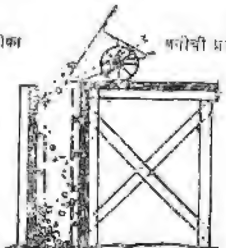
वेगळे करण्याकरिता आतून बाहेरून बलप्रयोग होत असतो. कॉंक्रीट काही कोन करून अगर एकाच जागी सतत टाकले जात असताना आडव्या दिशेने जी हालचाल होत असते त्यामुळे

तर फर्म्यात योग्यप्रकारे कॉंक्रीट ओतले नाही तर त्याचे गंभीर प्रमाणात विलगन होईल.



बरोबर

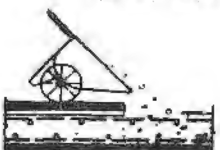
हलक्या लवचिक पात प्रवणिकेत कॉंक्रीट भरून त्यातून हलक्या नळकांड्यात ते ओता. विलगन टाळले आहे. फर्मे कॉंक्रीटने भरीपर्यंत फर्मे व शिगा स्वच्छ असतात.



चूक

प्रवणिकेतून अगर बगीतून कॉंक्रीट टाकताना फर्म्यावर ते आपटून शिगांवर व फर्म्यांवर पुनः आपटल्यामुळे त्यात तळाशी विलगन होते व कॉंक्रीट सच्छिद्र बनते.

अरुंद फर्म्यांच्या माथ्यात कॉंक्रीट टाकणे.



बरोबर

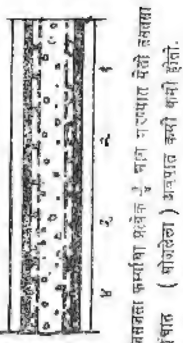
दारीने दारडी हाताळण्यात येते व तिला ती कायमची बांधलेली असते.



चूक

दारडीच्या द्वाराकरिता दारीतून संपीडित हवा.

बगीमधून लादीचे कॉंक्रीट टाकणे.



बरोबर

जसजसे माथ्याजवळ (कॉंक्रीटचे) अधिक सुगम उभार पोहोचतात तसतसे अरुंद फर्म्याच्या तळातील अधिक ओलसर असलेले कॉंक्रीट अवश्यकतया अधिक सुके होते. पाण्यातील वृद्धीमुळे कॉंक्रीटचा दर्जा एक समान होण्याकडे प्रवृत्ती होते, अवसादन अकुंचन किमान असते.

स्थिर अवपात.

चूक

उभारणीच्या तळाशी तसलाच्या अवपाता इतकाच माथ्यावर अवपात ठवणे. माथ्यावर उच्च अवपात ठेवण्याने पाण्याची वृद्धी अतिशय होते व परिणामतः वरच्या थरात रंग, दर्जा व टिकाऊपणा यांची हानी होते.

खोल अरुंद फर्म्यातील कॉंक्रीटची सघनता.

(आ. १२८ पुढे चालू)

धारोने बारडी हातासरसात येते व तिला ती कायमची बांधलेली असते.

बारडीच्या द्वाराकरिता धारीतून संपीडित हवा.

संग्राहक कोनाचे खराबीपासून संरक्षण होण्याकरिता चौकटकडा

बारडीच्या चौकटीला तिच्या दरवाज्या-खालील संग्राहक कोन कायमचा जोडलेला असतो.

फर्मापासून हवाचलित दरवाजा चालू करण्याचा दोर

संग्राहक कोनाला जोडलेली लवचिक पात-प्रवणिका. कांक्रीट पडत असताना प्रवणिकेची घडी होते व त्यामुळे लहानात लहान आकाराचा मिलावा वापरणे व त्याचवेळी मोठ्यात मोठ्या मिलावाकरताही तो आकार पुरेसा ठेवणे शक्य होते.

खोल अरुंद फर्म्यात कांक्रीट टाकणे

फर्म्यातील धलितकप्पा जवर द्वाराकडील सुटसुटीत पात-प्रवणिका

खडक

चूना

बरोबर

चूक

कप्पा

फर्म्यातील धलितकप्पा जवर द्वाराकडील सुटसुटीत पात-प्रवणिका

बरोबर

कांक्रीट थांबून नंतर विलगन न होता सहजपणे फर्म्यात वाहत जावे म्हणून प्रत्येक फर्म्याच्या द्वाराखालील कप्प्यात उभ्या दिशेने कांक्रीट टाकावे.

चूक

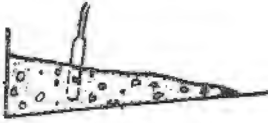
उभ्या दिशेशी कोन करून फर्म्यात कांक्रीटचा प्रवाह अतिशय वेगाने जाऊ देणे, त्यामुळे (कांक्रीटचे) न चुकता विलगन होते.

खोल अगर वक्र भिंतीत फर्म्यातील द्वारातून (कांक्रीट) टाकणे.

आ. १२८

खोल अरुंद फर्म्यात आणि लाद्यात काँक्रीट टाकण्याच्या योग्य आणि अयोग्य पद्धती

288-D-2657



बरोबर

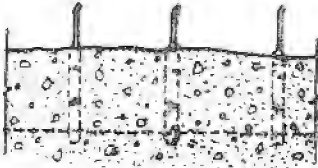
उताराच्या तळापासून कॉंक्रीट टाकण्यास सुरू करा म्हणजे स्पंदनाने दृढीकरण होत असताना नवीन टाकलेल्या कॉंक्रीटच्या वजनाने संपीडनात वाढ होते.



चूक

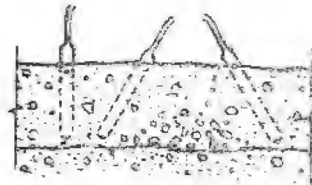
उताराच्या माथ्यापासून (कॉंक्रीट) टाकण्यास सुरुवात करणे, विशेषतः खालून स्पंदन केले असताना वरचे कॉंक्रीट विलग होऊ लागते. कारण स्पंदनामुळे प्रवाह सुरू होतो. वरच्या कॉंक्रीटचा आधार नाहीसा होतो.

जेव्हा उतरत्या उभारावर कॉंक्रीट टाकलेच पाहिजे



बरोबर

शिस्तबद्ध असे ठराविक अंतरावर पूर्वी टाकलेल्या (कॉंक्रीटच्या) उभारात स्पंदकाचे थोडे इंच उभ्या दिशेने अंतर्भेदन (जे तथापि स्थितीत ताठर नसावे) केल्याने पुरेसे दृढीकरण प्राप्त होते असे दिसून येते.



चूक

दोन थरांचा एक संधी संयोग होण्याची खात्री रहावी म्हणून कोणत्याही कोनात आणि अंतरावर स्पंदनकाचे पुरेशा खोलीपर्यंत न केलेले अर्धवट स्वैर अंतर्भेदन

प्रत्येक नव्या उभाराचे शिस्तबद्ध स्पंदन



बरोबर

अश्मकप्प्यावरून नरम व भरपूर वाळू टाकलेल्या क्षेत्रावर खोरे नेणे व त्यावर ठोकणे अगर स्पंदन करणे



चूक

खोऱ्याने अश्मकप्प्यावर चुना आणि नरम कॉंक्रीट टाकून अश्मकप्प्याची सुधारणा करण्याचा प्रयत्न करणे.

कॉंक्रीट टाकताना होणाऱ्या अश्मकप्प्यावरील उपचार

आ. १२९

कॉंक्रीटचे स्पंदन करण्याच्या आणि त्याचेवर काम करण्याच्या योग्य आणि अयोग्य पद्धती. योग्य पद्धतींचा वापर केल्यास (कॉंक्रीटचे) पूर्णपणे दृढीकरण होण्याची खात्री मिळते. 288-D-856

भरड मिलावा आणि चुना वेगळा होऊ लागतो; अगर एखाद्या मांडयात अगर प्रतिरोधी फर्म्यांतल्याप्रमाणे आडव्या दिशेने जर कॉंक्रीट परिरुद्ध केले तर अधिक भरड अगर अधिक जड द्रव्ये खाली बसू लागतात आणि अधिक सूक्ष्म व अधिक हलकी द्रव्ये, विशेषतः पाणी वर येऊ लागते. कॉंक्रीट हाताळताना आणि ते जागेवर टाकत असताना आ. १०७, १२५, १२८ व १२९ मध्ये आयोजन आरेखांनी दिग्दर्शित केल्याप्रमाणे कॉंक्रीटची आडव्या दिशेने होणारी हालचाल टाळून अगर नियंत्रित करून चुन्यापासून भरड मिलावा वेगळा होणे कमी करावे.

ब्यूरोच्या विनिर्देशाप्रमाणे हे अवश्य असते की शक्यतो कॉंक्रीट अंतिम स्थानावरच टाकण्यात यावे आणि त्यामुळे ज्या पद्धतीत फर्म्यातले कॉंक्रीट वाहात जाण्याची संधि यानिमित्त मिळते अशा कॉंक्रीट टाकण्याच्या पद्धतींचा वापर टाळता यावा. या पद्धतींचा परिणाम भिंतीच्या टोकांशी आणि कोपऱ्यात कमी टिकाऊ चुन्याचे केंद्रीकरण होण्यात होतो. पण त्या ठिकाणी टिकाऊपणास सर्वात जास्त महत्व असते आणि योग्य प्रकारे स्पंदन केलेल्या कॉंक्रीटमध्ये जितकी जरूरी असते त्यापेक्षा कॉंक्रीटचे मिश्रण जास्त ओले होण्यास उत्तेजन मिळते.

ब्यूरोच्या विनिर्देशात अशीही तरतुद केलेली असते की कॉंक्रीट आडव्या थरात टाकले जावे. (बोगद्याच्या अस्तराच्या बाबतीत ही कार्यपद्धती अव्यवहार्य असल्याने तो अपवाद मानण्यात आला आहे.). प्रत्येक थर त्यावर नवीन थर टाकण्याच्यावेळी मऊ असावा या गरजेवरून थरांची खोली निश्चित करावी. भारी कॉंक्रीटच्या बाबतीत थरांच्या व्यावहारिक खोल्या १५ ते २५ इंचापर्यंत असतात; आणि संरचना कॉंक्रीटकरिता त्या १२ ते २० इंचापर्यंत असतात. कॉंक्रीटने भरून घेण्याच्या अंशतः बंदिस्त असलेल्या जागी हवा अडकून राहू नये म्हणून दक्षता घेण्यात यावी.

भिंतीत कॉंक्रीट टाकण्याकरिता नाळकी अगर पात प्रवणिकांची जरूरी लागेल अगर लागणार नाही. फर्म्यावर आणि शिगांवर चुना सुकून जाण्यापूर्वी जर कॉंक्रीट टाकण्याचे कार्य पूर्ण करता आले तर पापुद्रे निघू नयेत म्हणून पात प्रवणिका वापरण्याची जरूरी लागणार नाही. प्रबलीकरण शिगांच्या पडद्यांच्या दरम्यान कॉंक्रीट उदग्र दिशेने टाकले जात असताना फर्म्याच्या माथ्यावरून जात असणाऱ्या यारीच्या बारड्यांतून जर कॉंक्रीट थेट टाकता आले तर नाळक्यांतून आणि प्रवणिकांतून ते टाकले जात असताना होणाऱ्या विलगनापेक्षा कमी विलगन होते व कॉंक्रीट टाकण्याचे कामही जास्त जलद होते. भरड मिलाव्याचे आक्षेपार्ह विलगन न होता अंतिम स्थानाच्या निकट ज्या पद्धतीने कॉंक्रीट टाकता येईल अशी कोणचीही पद्धत स्वीकार्य असते. मिलाव्याचे व्यक्तिगत तुकडे जर इकडे तिकडे पसरले तर त्याची काळजी करण्याचे कारण नाही. कारण जसजसे आणखी कॉंक्रीट टाकले जाईल तसतसे त्यात ते बुडून जातील आणि त्यांचे स्पंदन होईल. जोपर्यंत विलग मिलाव्याचे गट अगर गोळे निर्माण होत नाहीत तोपर्यंत त्याच्या पतनाची उंची मर्यादित करू नये आणि त्याचे अनिर्बंधितपणे पतन होऊ द्यावे. मिश्रकापासून कॉंक्रीट टाकण्याच्या

अंतिम जागेपर्यंत कोणच्याही ठिकाणी येथे वर्णन केलेल्या आक्षेपार्ह आणि अतिशय विलगन होणाऱ्या पद्धतींचा वापर करण्यावर बंदी घालावी.

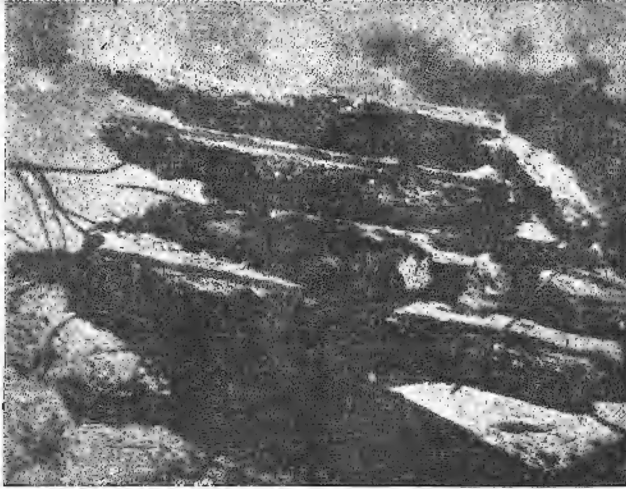
कमीत कमी अवपाताचे कॉंक्रीट सहज काम देईल आणि ते स्पंदन करणे शक्य होईल असे कॉंक्रीट सहज जाण्याकरिता पुरेशा क्षेत्रफळाची द्वारे असलेले गळे पातप्रवणिकांच्या नाळक्यांना असावेत. फर्म्यांच्या द्वारातून जर पातप्रवणिकेतील प्रवाह प्रत्यक्षपणे पडत असेल तर त्यामुळे बऱ्याच प्रमाणात विलगन होते आणि बहुशः अश्मपोकळ्या आणि जाळ्या पडतात. प्रत्येक द्वाराच्या खाली जर बाहेरच्या कप्प्याची तरतूद केली (आ. १२८) तर कॉंक्रीटच्या पतनास आळा बसेल आणि कमीत कमी विलगन होऊन ते फर्म्यांत वाहून जाईल.

संरचन जोडांच्या पृष्ठभागावर कॉंक्रीट टाकताना जेथे पुरेसे स्पंदन करणे व्यवहार्य नसते तेथे कॉंक्रीट हाताने पसरून अगर अन्य प्रभावी साधनांनी जोडांच्या पृष्ठभागावर त्याचे पूर्णपणे संदाबन होण्याची खात्री राहण्याकरिता दाबून सारखे करावे. पातळ, अतिप्रबलित भिंती विशेषतः जेथे जोड उतरता असतो तेथे आणि भिंतीचा पायथा पूर्णपणे बंदिस्त नसतो अशा उपभिंतीच्या जोडाजवळ अशा तऱ्हेचे हाताने काम करणे अवश्य असते.

जेव्हा लाद्या आणि तुळया व आधार भिंती आणि खांब अखंड ओतण्यात येतात तेव्हा भिंतींच्या व खांबांच्या वरच्या २ अगर ३ फुटातील कॉंक्रीट पुरेसे स्पंदन करता येईल अशा कमीत कमी अवपाताचे असावे आणि पृष्ठभागापाशी त्याचे पूर्णपणे दृढीकरण करावे. माथ्यावरील पाचरी, लाद्या आणि तुळयात कॉंक्रीट टाकण्यापूर्वी भिंती आणि खांबातील कॉंक्रीटचे, चालू असलेला स्पंदक आपल्या वजनाने आत शिरणार नाही इतके कठीण होऊ न देता शक्य तितक्या जास्त वेळ, अवस्थापन होऊ द्यावे. ह्याला १ ते ३ तास अगर जास्त वेळ लागतो व तपमान आणि अन्य परिस्थितीवर ते अवलंबून असते. ह्या कालात कॉंक्रीटचा पृष्ठभाग स्वच्छ आणि सुट्या व बाहेरच्या द्रव्यापासून मुक्त ठेवण्याची काळजी घ्यावी. असे द्रव्य अनेक वेळा लादीच्या फर्म्यावरून उडून अगर झाडल्यामुळे भिंतीत जाते. जेथे या द्रव्याची राशि अतिशय असते अगर धुळीने आणि अन्य पालापाचोळ्याने ते दूषित झालेले असते अशी अवस्था सोडून इतर वेळी अपक्व कॉंक्रीटचे गोळे झाले तरी सामान्यतः त्याकडे दुर्लक्ष केले तरी चालते कारण जेव्हा त्यावर ताजे कॉंक्रीट टाकण्यात येते तेव्हा त्यात त्यांचे अवशोषण होते. पाचरी तुळया आणि लाद्यांचे कॉंक्रीट टाकल्यानंतर भिंती आणि खांबांच्या माथ्यात स्पंदक घुसवून तेथील कॉंक्रीटचे पुनः स्पंदन करावे.

हातपद्धतीने जेव्हा उतारावर अरचित लादी टाकण्यात येते तेव्हा बिलबिलित होणार नाही असे घट्ट मिश्रण वापरून लादीच्या संपूर्ण जाडी इतके कॉंक्रीट टाकण्याकडे कल असतो. वेधनक्रीडातून असे दिसून आले आहे की पूर्णपणे स्पंदन न करता कमी अवपाताचे कॉंक्रीट टाकल्यामुळे खालच्या बाजूवर बऱ्याच प्रमाणात, विशेषतः जेव्हा लादी प्रबलित केलेली असते तेव्हा, जाळ्या पडतात. कॉंक्रीट टाकतेवेळी ते अतिसुके असल्यामुळे आणि त्याचे असमाधानकारक दृढीकरण केल्यामुळे प्रवणिकेच्या अस्तरातील कॉंक्रीटमध्ये अतिशय जाळ्या पडलेल्या आ. १३० वरून दिसून येईल. असे परिणाम टाळावे म्हणून या कामा–

करिता (काँक्रीटची) संघनता २½ इंच अवपातापेक्षा जास्त घट्ट नसावी. ह्या अवपाताचे काँक्रीट उतारावर क्वचितच स्थिर राहील तरी पण ते जास्त सुके नसावे. काँक्रीट पसरून झाल्यावर त्याचे संपूर्णपणे आणि व्यवस्थितपणे स्पंदन करावे. आ. १३९ मध्ये दाखविल्या-प्रमाणे उतारावर वरच्या दिशेने चालू असलेल्या मारित अस्पंदनित पोलादी मुखवट्याच्या सरक फर्मापट्टी (स्लिप-फार्म-स्क्रीड) च्या किंचित पुढे असे स्पंदन करणे पसंत करण्यात येते. स्पंदन कालात उतारावरून पृष्ठीय काँक्रीट खालच्या दिशेकडे सरकत जाते आणि त्यातील अतिरिक्त काँक्रीट जेथे जरूर असेल तेथे पोहोचवावे. अशा पद्धतीने मध्यम अव-पात असलेल्या काँक्रीटमध्ये ओतलेली लादी पोकळ्या आणि अश्मकव्यापासून मुक्त असते. (काँक्रीट जागेवर) टाकणे, त्याचे स्पंदन करणे, त्यावर रेघा पाडणे आणि सफाईच्या-करिता ठोके मारण्याच्या क्रिया उतारावर वरच्या दिशेने कराव्यात.



आ. १३०

पृष्ठभागाखेरीज जवळजवळ संपूर्णपणे दृढीकरण न केल्यामुळे नाश पावलेले प्रवणिकेचे अस्तर. प्रबलीकरण शिगांच्यापैकी बहुतेक लादीच्या तळाशी नको असलेल्या ठिकाणी घातल्या असल्याचे आढळून आले. P X – D – 20776

काँक्रीट टाकण्याच्या कामावर प्रभावी नियंत्रण ठेवल्याने काँक्रीटच्या कार्यक्षम मिश्रणांचा वापर करणे शक्य होते. ज्या काँक्रीटमध्ये पुरेशी सुकार्यता आणि दर्जाशी सुसंगत अशी पुरेशी किमान जलराशि आणि सिमेंट असते ते सर्वात जास्त कार्यक्षम काँक्रीट असते. किमान जल-सिमेंट गुणोत्तराशी सर्वोच्च दर्जाचा संबंध असतो पण कमी पाण्याचा अंश

घालण्याचा परिणाम म्हणून हे साध्य झाले पाहिजे व सिमेंट जास्त घालण्याचा तो परिणाम नसावा. सिमेंटच्या सर्व सामान्य राशी वापरून किमान जल-सिमेंट गुणोत्तर फक्त खालील उपायांनी साध्य करता येते.

(१) शक्य तितका किमान अवपात (२) वापरता येण्याजोगा मिलाव्याचा जास्तीत जास्त मोठा कमाल आकार (३) चांगली सुकार्यता मिळेल अशी वाळूच्या अंशाची कमीत कमी टक्केवारी आणि (४) योग्य प्रमाणात वायुधारण. आर्द्रीकरण आणि पक्वता-विलंबी द्रव्यांचा वापर करून आणखी सुधारणा कधीकधी करता येते.

अवपात किती कमी असावा याचा, सयुक्तिक आणि व्यवहार्य तारतम्यतेवर आणि एखाद्या विशिष्ट बारडीतून बाहेर वाहून जाण्याच्या, विशिष्ट प्रवणिकेतून खाली पडण्याच्या, अगर विशिष्ट नाळक्याच्या दरवाजामधून जाण्याच्या काँक्रीटच्या क्षमतेवर, प्रभाव पडत नाही. विपुल स्पंदन करून फर्म्यांत चांगले दृढीकरण होण्याइतका जर (काँक्रीटचा) अवपात असेल तर स्पंदक चालू करण्याकरिता काँक्रीट फर्म्यांत टाकण्याची व ते हाताळण्याची उपकरणे तयार ठेवणे ही मक्तेदाराची जबाबदारी असते. वस्तुतः विनिर्देशाप्रमाणे कमी अवपाताचे काँक्रीट सहजपणे ज्यातून हाताळता येणार नाही अगर टाकता येणार नाही अशा बारड्या, प्रवणिका, नाळकी अगर अन्य उपकरणांचा मक्तेदाराने वापर करण्यास मनाई असते.

आकाराच्या विशिष्ट मर्यादेतील कमाल व्यवहार्य आकाराचा मिलावा असलेले काँक्रीट मक्तेदाराला हाताळावे व जागेवर टाकावे लागते. प्रमाणापेक्षा जास्त वाळू असलेली मिश्रणे सुकार्य असल्याने जोपर्यंत वाळूचा अंश क्रमशः कमी करण्यात आलेला नसतो आणि ज्या वाळूच्या अंशापेक्षा कमी वाळू वापरण्याने सुकार्यता व सफाईस निश्चित धोका आहे ती सीमारेषेवरील वाळूची टक्केवारी जोपर्यंत निर्धारित केलेली नसते तोपर्यंत त्या मिश्रणात प्रमाणापेक्षा जास्त वाळू आहे असे निश्चिपणे म्हणता येणार नाही. सुकार्यतेची सीमा म्हणून १ अगर २ टक्के वाळू पुनः घालून योग्य मिश्रण प्रस्थापित करण्यात येते. निरनिराळ्या मापाचे, शिगांचे अगर सुगम असे काँक्रीटचे भाग टाकण्याकरिता कमाल आकाराच्या मिलाव्यात फेरफार करणे उचित अगर व्यवहार्य आहे अगर कसे हे कामावर निश्चित केले पाहिजे. अधिक सुगम कामातील भागात (काँक्रीटचा) अवपात कमी करणे सामान्यतः शक्य असते. भिंती आणि स्तंभात जेथे काँक्रीटच्या वरच्या भागातील पाण्यात वृद्धी झाल्याने ते क्षीण होते आणि कमी टिकाऊ होते त्याची भरपाई होण्याकरिता जसजसे काँक्रीट वरवर येते (आ. १८) तसतसा तेथील अवपात कमी करावा. हे भिंती आणि स्तंभांच्या बाबतीत विशेषतया सत्य असते.

विद्यमान बांधकामाच्या निरीक्षणाने असे दिसून आले आहे की भिंतींच्या, मध्यपादांच्या आणि कवड्यांच्या माथ्याजवळ आणि पायटे, उंबरठे, देहल्या, कडा, कुंभ्या, उघडे पडलेले कोपरे आणि पाणी व तुषारांच्याशी, हिमानी हवामानात, ज्या (काँक्रीटच्या) भागांचा मधून मधून संपर्क होतो तेथील झीज व वियोजन सर्वात जास्त तीव्र असते. बांधकाम चालू

असताना अशा काँक्रीटच्या टिकाऊपणात सुधारणा करण्याच्या खालील यादीत दिलेल्या साधनांच्यासह सर्व उपलब्ध साधनांचा उपयोग करावा.

(काँक्रीटच्या) टाकलेल्या काही भागाकरिता जेथे हे उपाय योजावयाचे असतात आणि जेथे काँक्रीट टाकण्याचे काम चालू असताना सूचित केलेले फेरफार करणे व्यवहार्य नसते तेथे सुरवातीपासून अखेरपर्यंत १, ३ व ४ ह्या बाबींचे पालन करावे आणि कामाच्या सर्व टप्प्यात अवपात (बाब २) शक्य तितका कमी ठेवावा.

(१) कामातील गंभीर प्रमाणात उघड्या पडलेल्या भागात धारित वायूची कमाल अनुज्ञेय राशि वापरावी (वि. २७ (आ) पहा); परिणामी शक्तीत होणारी अल्प हानि तुलनेने गौण असते.

(२) जेथे सामान्यपणे सहज जाता येते अशा गंभीर प्रमाणात उघड्या पडलेल्या भागात चांगल्या प्रकारे स्पंदन करता येईल इतक्या किमान मात्रेपर्यंत अवपात कमी करावा. इतका कमी अवपात असताना, जो १ इंचापेक्षा जास्त असण्याची क्वचितच जरुरी असते, वायुधारणाची आवश्यक ती टक्केवारी मिळण्याकरिता सामान्यतः वापरण्यात येत असलेल्या वायुधारक द्रव्याच्या राशीत वाढ करावी लागेल.

(३) जल–सिमेंट गुणोत्तर वजनाने ०·४५±०·०२ इतके कमी करावे. नेहमीच्या मिश्रणात वाळूच्या ऐवजी अतिरिक्त सिमेंट घालावे. अनिवार्यतः ह्या फेरबदलांच्यामुळे ५ ते ६ टक्के वायू, १ इंच अवपात, आणि ०·४५ जलसिमेंट गुणोत्तर असलेले नवीन मिश्रण, क्रांतिक अशा उघड्या भागात वापरण्याकरिता, उपलब्ध होईल.

(४) भिंती, पायटे आणि लाद्यांच्या कामात, फर्म्यांच्या कोपरे आणि टोकांच्यापासुन मध्याकडे काँक्रीट टाकावे. इतरत्र (मध्याकडून) कोपऱ्याकडे आणि टोकांच्या–कडे टाकावे; यामुळे ज्या ठिकाणी गंभीर प्रमाणात भाग उघडे पडतात अशा बांधकामाच्या भागातील काँक्रीट जास्त पातळ होणे आणि चुना साचून राहणे टाळता येते.

(५) अरचित उघडे पृष्ठभाग, जलद व नक्की निःसारण होण्याकरिता आणि सखल जागात डबकी होऊ नयेत म्हणून, उतरते ठेवावे.

(६) बाहेरील अरचित पृष्ठभागाची लाकडी रंधा कमीत कमी फिरवून सफाई करावी.

(७) [फर्म्यात अगर त्याच्याशिवाय ओतलेल्या] काँक्रीटचे कठीण होताच प्रथमतः पाण्याने सुरुवात करून पूर्णपणे मुरवण करावे आणि विनिर्देशित १४ अगर २१ दिवसपर्यंत (वि. १२४ पहा), अगर मान्य केलेल्या रंगित मोहोर बंदी संयुगाने पूर्णपणे मोहोरबंद करीपर्यंत (वि. १२५ पहा), त्याचा पृष्ठभाग सतत ओला ठेवावा. फर्मे जागेवर असेतोपर्यंत पाण्याने काँक्रीट संपृक्त ठेवावे. फर्मे हे मुरवणाच्या कामाचा, विशेषतः उन्हाळ्यात, पर्याय होऊ शकत नाहीत.

(८) संरचना कार्यवाहीत आल्यानंतर जेथे झिरपणाचा काँक्रीटशी संपर्क होईल अगर ते त्यावरून वाहील अशा संभाव्य जागी उपयुक्त चर काढून त्यात कंकर भरून कायमचे निःसारण प्रस्थापित करणे अधिमान्य असते.

[५ व्या प्रकाराचे सल्फेटला प्रतिरोध करणारे सिमेंट वापरले असता त्यासह] काँक्रीटच्या क्षरणाच्या प्रतिरोधात आग्रही सल्फेट जलामुळे होणाऱ्या वियोजनास प्रतिरोध करण्यात सुधारणा होण्यात १, २, ३, ४, ७ आणि ८ ह्या बाबीही महत्वाच्या असतात हे लक्षात ठेवावे.

: काँक्रीट टाकण्याच्या कामावरील अभियंत्यापुढे पाऊस पडत असताना काँक्रीटचे काम चालू राहू द्यावे का आणि जर ते चालू ठेवलेच तर काय दक्षता घेणे जरूरीचे आहे हे ठरविण्याची समस्या उभी राहते. निर्णय शीघ्र घेणे जरूरीचे असल्याने कामावरील परिस्थिती व चालू हवामानाच्या अहवालावर आधारलेली काळजीपूर्वक योजना करून येणाऱ्या अडचणीविषयी आगाऊ दखल घेण्यात यावी. तात्कालिक उपयोगाकरिता संरक्षक आच्छादनांचा योग्य प्रमाणात पुरवठा उपलब्ध करावा. जर नियतकालिक अगर अविरत पाऊस येऊन ठेपला असेल तर कामाचे संरक्षण होईल अशा तऱ्हेने कामाची योजना आखावी. पावसात भारी काँक्रीट टाकताना येणारी सर्वात मोठी अडचण ते चालू करताना येते. कारण जुन्या काँक्रीटवर जमलेले पाणी आणि पाऊस यांच्यामुळे चुन्याचा पातळ थर जलदी नाश पावतो. काम चालविणे भागच असेल तर तुलनेने लहान क्षेत्रातील डबकी कोरडी करणे, चुन्याचा थर पसरणे आणि त्याच्यामागोमाग लगेच काँक्रीट टाकणे ही सर्वात उत्तम कार्य–पद्धति असते. पावसाचे पाणी वाहून जाण्याइतका उतार ताज्या काँक्रीटच्या पृष्ठभागावर सतत ठेवावा. माणसाकरवी सपाट पृष्ठभागावरील डबकी नाहीशी करण्याच्या निमित्ताने प्रमाणापेक्षा जास्त ओले काँक्रीट तुडविले जाणे हे निश्चित हानिकारक असते. कामावरील भिन्न भिन्न परिस्थितींच्यामुळे पावसाळी हवामानात काँक्रीट टाकण्याच्या एखाद्या सर्वंकष निश्चित अशा कार्यपद्धतीचा ह्या नियम पुस्तिकेत समावेश करणे शक्य नाही. तथापि असे म्हणता येईल की पाऊस अति तीव्र असल्याने डबक्यात पाणी साचण्याचे अगर ताज्या काँक्रीटचा पृष्ठभाग धुवून जाण्याचे थांबविणे अशक्य असल्यास काम थांबविण्यात यावे.

अर्धरुक्ष प्रदेशात पूर्वसूचना न मिळता धुळीची वादळे निर्माण होतात आणि अरचित काँक्रीटच्या तयार पृष्ठभागाचा दर्जा गंभीर प्रमाणात खालावला जाण्याची शक्यता असते. धूलिवादळात गंभीर प्रमाणात नुकसानी न होता मर्यादित प्रमाणात क्षेत्र उघडे राहील अशा कर्म्यांत सामन्यपणे काँक्रीट टाकता येते पण अधिक उघड्या पडलेल्या कामावर सूक्ष्म धूळ स्थिरावल्याने पृष्ठभागावरील काँक्रीट जलदी अपमिश्रित होते आणि त्याची योग्यप्रकारे सफाई करणे जवळजवळ अशक्य होते. अशा परिस्थितीत काम तात्काळ बंद करावे.

जितके काँक्रीट टाकावयाचे तितके पूर्ण होईपर्यंत अगर संरचन जोड संतोषपूर्ण तयार होईपर्यंत टाळता येणारे अडथळे टाळून काम चालू ठेवावे. स्पंदकावरील कामगार योग्य तऱ्हेने काँक्रीटचे दृढीकरण ज्या वेगाने करू शकतील त्यापेक्षा जास्त जलदी काँक्रीट निक्षेपित

करू नये. तथापि फर्म्यांना इजा न होता आणि भरपूर स्पंदन करून जितके जलद कॉंक्रीट टाकता येईल तितके जास्त चांगले फल सामान्यपणे प्राप्त होते. लहानसा घटक आणि स्तंभाचे कॉंक्रीट टाकताना, फर्म्याची हालचाल अगर खराबी होईल इतका त्याचा उभार जलद भरू नये. ज्या ठिकाणी कॉंक्रीट तयार करण्याच्या सुविधा पुरेशा असतात आणि अन्य तऱ्हेने ते व्यवहार्य असते तेथे एकाच उभारात ते पूर्ण उंचीपर्यंत टाकणे आणि अशा प्रकारे संरचन जोड आणि सफाईच्या समस्या टाळणे इष्ट असते. जोपर्यंत दर ताशी कॉंक्रीटचा उभार उष्ण हवामानात सुमारे ५ फुटापेक्षा आणि थंड हवेत ३ फुटापेक्षा जास्त असत नाही तोपर्यंत प्रमाणापेक्षा जास्त द्रवदाब निर्माण न होता कितीही उंचीपर्यंत फर्म्यात टाकता येईल अशा पुरेशा वेगाने कॉंक्रीट दृढीभूत होऊ शकते.

१०६ भारी कॉंक्रीट

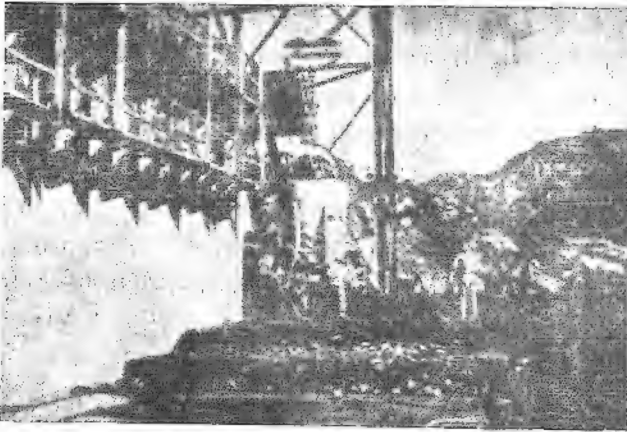
मोठ्या बांधकामात भारी कॉंक्रीटमधील चुन्याची अल्प राशि ही त्याच्या विशेष फायद्यापैकी अनेकांचे मूलस्थान आहे. हे (फायदे) मुख्यत्वेकरुन सिमेंटचा अंश कमी असल्यामुळे कमी खर्च आणि उष्णतेची कमी निर्मिती आणि तपमान हे आहेत. तदनुसार कमी जलांश लागत असल्याने (कॉंक्रीट) सुके झाल्यावर होणारे संकुचन कमी असते आणि टिकाऊपणात वृद्धी होते, तथापि ह्यांचे संपूर्ण माप पदरात पडण्यासाठी वाळूचा अंश कमीत कमी ठेवण्याची जरुरी असते. लागणारी प्रतिशत् वाळू विशेषतः धारित वायूसह आश्चर्य करण्याइतकी कमी लागते. व्यवहार्य असणारी वाळूची किमान टक्केवारी वापरण्यात येत आहे अगर कसे हे निश्चित करण्याकरिता असेल त्यापेक्षा आणखी कमी वाळू घालून तयार केलेले कॉंक्रीट संतोषजनक काम देते अगर नाही ह्याचे निरीक्षण करून चाचण्या घेण्यात याव्यात.

कॉंक्रीट किती एकसमान दर्जाचे तयार करता येते, हाताळता येते आणि टाकता येते त्या एक समानतेवर वाळूचा कमी अंश राखण्याची व्यवहार्यता बऱ्याच प्रमाणात अवलंबून असते. हा उद्देश साध्य होण्याकरिता जे घटक सहाय्यभूत होतात ते (१) प्रमाण–नियंत्रक संयंत्राजवळ सफाई चाळणी (२) एकसारख्या प्रमाणात आर्द्रतांश राखण्याकरिता वाळूचे चांगल्याप्रकारे निःसारण (३) प्रभावी आणि चांगल्याप्रकारे अभिकल्पन केलेले अश्मसोपान (४) वारंवार रिकाम्या होणाऱ्या स्वयं-स्वच्छ कणग्या (५) बिनचूक प्रमाण–नियंत्रण (६) चांगल्या प्रकारचे मिश्रण (७) फारसे विलगन अगर अवपात हानि न होता हाताळणी आणि (८) शक्तिशाली प्रभावी स्पंदन, हे आहेत. ह्या गरजा पुऱ्या झाल्याने सुकार्यतेतील बदलांची भरपाई करण्याकरिता वाळू आणि चुन्याच्या अंशात फक्त अल्प मर्यादेत फेरफार करावा लागतो.

ज्या ठिकाणी गोठण होते अशा जागांवरील मोठाल्या कॉंक्रीटच्या धरणांचा टिकाऊपणा वाढण्याकरिता वापरण्यात येणारी कार्यपद्धति, धरणाच्या अनुप्रवाही आणि अपरप्रवाही दर्शनी भागात त्याच्या आतल्या भागापेक्षा काहीसे दाट कॉंक्रीट घालणे व त्याकरिता जास्त प्रमाणात सिमेंटचा अंश टाकणे, ही असते. ब्यूरोच्या अनेक धरणावर जेथे ही कार्यपद्धति

वापरण्यात आली आहे तेथे धरणाच्या आतल्या बाजूच्या कॉंक्रीटमध्ये ह्या तुलनेने अतिरिक्त सिमेंटच्या वापरलेल्या अंशाची मर्यादा दर घ. यार्डास ०.२० ते ०.४० पिपाइतकी होती आणि कॉंक्रीटच्या दर्शनी भागाच्या जाडीची व्याप्ती ४ फुटापासून १२ फुटाइतकी होती. प्रत्यक्षात प्राप्त झालेली जाडी ही एक संरचनेच्या कार्यसाधकतेची बाब असते व कॉंक्रीट टाकण्याची वैशिष्ठ्ये, ते पाठविण्याच्या सोयी, वापरण्यात येणाऱ्या बारड्यांचे आकार आणि वाट्यांतील थोडाच भाग बारडीतून टाकता येणे या गोष्टींचा तिच्यावर परिणाम होतो. जरी जास्त जाड मुखवटे ओतणे अधिक सोपे असले तरी टाकण्याच्या खर्चात होणारी कोणतीही बचत जास्त लागणाऱ्या सिमेंटच्या खर्चामुळे फुकट जाते. सर्व साधारणपणे दर्शनी भागातील कॉंक्रीटची जाडी शक्य तितकी कमी ठेवणे हे जास्त संतोषजनक असते कारण सिमेंटचा कमी अंश घालण्याने तपमानाच्या जास्त चांगल्या प्रकारे नियंत्रणाची जोपासना होईल. उदाहरणार्थ काही ठिकाणी गोठणाविरुद्ध संरक्षणाची तरतूद म्हणून दर्शनी भागाची २ फूट जाडी भरपूर होईल असे मानण्यात येते.

ब्यूरोच्या विद्यमान प्रथेनुसार भारी कॉंक्रीटच्या धरणात ७½ फूट अगर ५ फूट उभारापैकी एका उभारात कॉंक्रीट टाकण्यास मक्तेदारास अनुमती देण्यात येते. ह्या उभारात अनुक्रमे २२½ इंची ४ थरांचा अगर २० इंची ३ थरांचा समावेश असतो. हे थर शीतजोडांच्याशिवाय टाकले जावेत अशी संरचनेच्या सुप्रथेप्रमाणे आवश्यकता असते.



आ. १३१

कॅलिफोर्नियातील सोलॅनो प्रकल्पातील मॉंटिसेलो धरणावर वापरलेली (कॉंक्रीट) टाकण्याची टप्प्याटप्प्याची पद्धत – तीन २० इंची थरात कॉंक्रीट टाकण्यात आले होते.

जास्त खोल थरांच्याकरिता अत्यंत काळजीपूर्वक आणि परिपूर्ण स्पंदनाची जरूरी असते. भारी काँक्रीटचे उघडे क्षेत्र किमान राहण्याची आवश्यकता असते. त्याकरिता प्रथमतः खंडाच्या संपूर्ण रुंदी इतके काँक्रीटचे साधारण आडवे थर एकामागून एक टाकून उभारण्यात येतात व हे थर खंडाच्या अनुप्रवाही टोकाशी सीमित क्षेत्रात उभाराच्या संपूर्ण उंचीइतके असतात व नंतर खंडाच्या संपूर्ण क्षेत्रात अशाच वर्धमान टप्प्यात ते अपरप्रवाही दिशेने टाकण्याची क्रिया चालू ठेवण्यात येते. (आ. १३१ पहा.) एकामागून एक येणारे एका खंडातील कोणतेही उभार टाकण्याच्या कामात व्यतीत झालेला किमान काल सामान्यतः ७२ तासाइतका विनिर्दिष्ट केलेला असतो.

काँक्रीट टाकण्याच्या बारड्यातून ते बाहेर ओतण्याच्या पद्धतीला अत्यंत महत्व असते. काँक्रीट उदग्र दिशेने खाली पडावे आणि ते पुरेशा वेगाने प्रस्रावित व्हावे म्हणजे काँक्रीट बाहेर पडत असताना त्याचे भरीव प्रमाणात विलगन न होता एक संसंजक, फुगीर आणि वाढती अशी त्याची रास होईल. जर प्रस्राव उदग्र दिशेने होत नसेल अगर तो अगदी सावकाश होत असेल आणि बारडी अगदी खाली असेल तर कमी अवपाताच्या काँक्रीटचा आस्ते आस्ते कोनावर ढीग बनेल आणि मोठे भरड मिलावे आणि गोटे वेगळे होतील आणि त्याच्या उतारांच्या चवड्यापाशी गोळा होतील. असे घडले म्हणजे अश्मकप्पे बनण्याची, विशेषतः जर काँक्रीटमध्ये प्रबलीकरणाची व्यवस्था असेल तर, जवळ जवळ खात्री असते.

१ ते २ इंच अवपाताच्या संघनते इतके भारी काँक्रीट तुलनेने सुके असल्यामुळे त्याचे पुरेशा प्रमाणात संपूर्णपणे जागेवर स्पंदन करणे महत्वाचे असते. निक्षेपित केल्यानंतर आणि योग्य प्रकारे दृढीकरण केल्यानंतर काँक्रीटच्या ८ घनयार्ड वाट्याची लगेच काढलेली चित्रे अनुक्रमे आ. १३२ व १३३ मध्ये दाखविलेली आहेत.

काँक्रीटचे वाट्यामागून वाटे टाकले जात असताना त्याचे संपूर्णपणे दृढीकरण झाले आहे याबद्दल संशय राहणार नाही अशा प्रकारे भारी काँक्रीटचे स्पंदन करावे. पूर्वी टाकलेल्या काँक्रीटला ज्या क्षेत्रात नवीन टाकलेल्या काँक्रीटचा थर मिळतो तेथे त्याचे स्पंदन आणि दृढीकरण करताना काळजी घ्यावी. प्रत्येक खंडाच्या परिसराभोवतालच्या फर्म्याला लागून असलेल्या काँक्रीटचे पुनः स्पंदन करण्याची सामान्यतः प्रथा असते; आणि परिणामतः जेव्हा फर्मे काढण्यात येतात तेव्हा काही थोडे अश्मकप्पे आढळून येतात. तथापि दर्शनी–भागात अश्मकप्पे नसणे हा ह्या खंडामधील पूर्ण दृढीकरण प्राप्त झाल्याचा पुरावा असत नाही. हे फक्त काँक्रीट टाकले जात असताना त्याच्यावर लक्षपूर्वक निरीक्षण करून आणि अपूर्ण दृढीकरणाच्या शक्यतेचा निरास होईल अशी स्पंदनाची कार्यपद्धति प्रस्थापित करूनच निर्धारित करिता येते.

युरोपातील काही धरणांच्या बांधकामात टाकण्यात येणारी भारी काँक्रीटची पद्धत ब्यूरोत वापरण्यात येणाऱ्या पद्धतीपासून खालील बाबतीत भिन्न आहे. ब्यूरोत स्पंदनाकरिता डोझरच्या पात्यावर बसविलेले गट–स्पंदक वापरण्यात येतात. काँक्रीट ढिगात टाकले जात

असताना ते समतल करून पसरण्याकरिता डोझरच्या पात्याचा उपयोग करण्यात येतो. ह्या पद्धतीत अवपातरहित काँक्रीट वापरण्यात येते आणि ते टप्प्या टप्प्यात टाकण्याऐवजी संपूर्ण झाकून जाईल अशा तऱ्हेने आडव्या थरात टाकण्यात येते. संनिहित द्रव्यांच्या निकटच्या क्षेत्राचे स्पंदन करणे स्पंदनाच्या ह्या पद्धतीत शक्य होत नाही आणि हाताने चालविण्याचे स्पंदक वापरून त्याचे विशेषप्रकारे दृढीकरण करावे लागते.

चांगलेसे दृढीकरण झाले नाही असे शंकास्पद भाग, बाटच्याचे निक्षेपण होत असताना त्याच्या बाहेरील कडा, हे असतात. काँक्रीट टाकण्याचे काम चालू असताना पुढील टाकणावळीत ह्या कडांना लागून काँक्रीट टाकले जाईपर्यंत त्या कधीकधी स्पंदन रहित राहून जातात. पुष्कळ वेळा तोपर्यंत ह्या कडांच्या जवळचे अस्पंदनित काँक्रीट इतके कठीण होते की त्याचे योग्य प्रकारे दृढीकरण करता येत नाही अगर बाटच्याच्यामधील संगमाजवळ ते पूर्ण दृढीभूत झाले असल्याची खात्री होण्याकरिता लागणाऱ्या व्यवस्थित स्पंदनाचा तेथे अभाव असतो. काँक्रीटच्या थरांच्या उतारावर प्रवाह सुरू न व्हावा अगर खालच्या उतारावरून ते वाहून न जावे म्हणून ते टाकले जात असताना त्याच्या पुढच्या कडेचा उतार चारास एक अगर त्यापेक्षा सपाट असावा आणि असे काँक्रीट टाकत असताना प्रत्येक बारडीभर काँक्रीटच्या सर्व भागाचे पूर्णपणे स्पंदन करणे उत्तम असते.



आ. १३२

आठ घन यार्ड काँक्रीट निक्षेपित होत असताना लगेच. PX-D-25254



आ. १३३

योग्यप्रकारे दृढीकरण झाल्यानंतरचे आ १३२ मधील काँक्रीट. ते जरी ओले दिसत असले तरी त्या काँक्रीटवर कामगार उभे आहेत हे लक्षात घ्यावे.

PX-D-25255

काँक्रीट टाकण्यात विलंब झाल्यामुळे उभारामध्ये शीतजोड निर्माण होणे शक्य असते. हात कुदळीने सहज खोदता येईल इतके काँक्रीट अपक्व असताना (आणि त्यामुळे ते सहज जोडले जाईल असे असते) जर ते टाकण्याचे काम पुनः हाती घेतले तर, नेहमीची संरचन जोडाचा उपचार करण्याची जरुरी नसते. पण त्यावेळी (१) पृष्ठभाग ओला ठेवलेला असावा आणि (२) जुन्या काँक्रीटला लागून टाकलेले काँक्रीट संपूर्ण क्षेत्रावर पूर्णपणे व व्यवस्थितपणे स्पंदनित केलेले असावे. एकामागून एक टाकलेल्या थरांचे नित्याने स्पंदन करताना खालच्या थरात स्पंदकाचा शिरकाव होईल इतका थोडा वेळ गेला असेल तर स्पंदनाने पूर्णपणे दृढीकरण झाल्याची खात्री मिळेल. स्वच्छता करण्याकरिता आणि चुन्याला लागणाऱ्या खर्चाचे निरसन करून नेहमीच्या जोडावर करावयाच्या चुन्याच्या उपचाराऐवजी अशा शीत अगर अर्धशीत जोडांच्याजवळ अधिक पूर्णपणे स्पंदन करून काँक्रीट टाकण्याच्या सामान्य कामात येणारे अडथळे टाळता येतात व सिमेंटमध्ये बचत करता येते.

प्रत्येक उभाराचा वरचा पृष्ठभाग पक्व होण्यापूर्वी लाकडी " हिम पादत्राण " घालून (आ. ११३) एका माणसास त्यावरून चालवावे. यामुळे सामान्य बूट अगर शूंच्यापेक्षा २ अगर ३ पट आधार क्षेत्र त्याला मिळते आणि पावलाच्या ठशाचे खड्डे पडण्यास प्रतिबंध होतो. निमज्जन प्रकाराचा लहान स्पंदक वापरून बाहेर आलेल्या मोठ्या दगडाच्या तुकड्यांच्यावर जेव्हा तो पाऊल ठेवतो तेव्हा त्याला उभाराच्या पृष्ठभागाच्या पातळीइतके

ते तुकडे निमज्जित करता येतात. जर उमाराचा पृष्ठभाग, पुढे आलेले डबर, पावलांचे ठसे आणि इतर अशुद्ध द्रव्यांच्यापासून, मुक्त असेल तर स्वच्छता करण्याच्या कामी त्याची भरीव मदत होते.

१०७ – बोगद्याचे अस्तर

(अ) अस्तर घालण्यापूर्वीची तयारी

बोगद्यात अस्तर घालण्यापूर्वी ते काय उद्देशाने घालावयाचे आहे यावर त्याची पूर्व–तयारी अवलंबून असते, जसे – (१) द्वाराला आधार म्हणून (२) पाण्याच्या प्रवाहा-करिता सुरळीत परिस्थिती निर्माण व्हावी म्हणून (३) आत येणाऱ्या पाण्याची मोहोरबंदी करण्याकरिता अगर (४) दाबाखाली प्रवाह सामावून घेण्याकरिता. सामान्यतः अस्तराचे एकापेक्षा जास्त उपयोग असतात आणि पूर्ण झालेले अस्तर शक्य तितक्या जास्तीत जास्त प्रमाणात भोवतालच्या खडकाशी निकट संपर्क असलेली काँक्रीटची एक सघन अखंड राशि म्हणून राहण्याकरिता, आधाराकरिता अवश्य नसलेले सर्व लाकूडकाम तेथून काढून टाकणे इष्ट असते. अशा संरचनेमुळे, पुरेशी शक्ति, ज्या द्रव्यातून बोगदा खोदण्यात आला त्याच्या पृष्ठभागाशी दृढ संपर्क, किमान गळती, गाराभराईची किमान गरज, आणि जास्तीत जास्त उपयुक्तता मिळण्याची खात्री असते. अस्तर आणि खडक यांच्या दरम्यानच्या सांध्याच्या बाजूने प्रवाह अगर झिरपणाचा प्रादुर्भाव न व्हावा म्हणून सर्व प्रकारे काळजी घेतली जाते. त्यावेळीच काँक्रीटचा खडकाशी असलेला बंध, अश्म धूलि व चिखल काढून टाकण्याकरिता तो खडक जलस्रोतांनी धुवून सबळ करण्यात यावा.

कालव्याच्या बोगद्याचे अधस्तर (दाब बोगदे सोडून). " बी " रेषेच्या आतील बाहेर येणाऱ्या खडकासह बाजूंच्या भिंतींच्या मधले सर्व सुटे द्रव्य काढून टाकून अस्तर घालण्या–करिता, सामान्यतः तयार करण्यात येतात. (विनिर्देशनांच्या नकाशावर दाखविलेल्या " बी " रेषा ह्या ज्या सीमांच्यापर्यंत खोदकामाचे मूल्य देण्यात येईल आणि काँक्रीट टाकण्यात येईल अशा स्पष्ट सीमा असतात.) " बी " रेषेच्या आतल्या बाजूस विस्थित झालेले कोणतेही पोलादी आधार तीर आणि संचसुद्धा पुनः ओळीत आणि स्तरात बसविले पाहिजेत आणि बाजूंच्या भिंतींच्या खालील अविचल स्वच्छ पृष्ठभागापर्यंत सुटे द्रव्य काढून टाकले पाहिजे. अधस्तरावर काही फुटलेले द्रव्य राहिले असल्यास त्याचे संदाबन करावे लागते. ह्या बोगद्यांचे छेद सामान्यतः अश्वनालांच्या आकाराचे असतात.

जलदाबाखाली ज्या बोगद्यांना काम करावे लागते त्या आणि सांडव्याच्या व निर्गम–द्वाराच्या बोगद्यातील काँक्रीटचे अस्तर घालण्यापूर्वी सर्व तेले, आक्षेपार्ह लेप, सुट्या अर्धवट सुटलेल्या अगर कमकुवत कपच्या, चिखल, पालापाचोळा आणि खडे असलेले पाणी काढून टाकून त्याची स्वच्छता करावी लागते. तसेच " बी " रेषेच्या आत डोकावणारे (गच्च बसलेले) दगड, तसेच योग्य प्रकारे न बसविलेले अश्मदाबामुळे सरकलेले पोलादी आधारसंचसुद्धा काढून टाकावे लागतात. काही वेळा स्फोटक द्रव्यांचा वापर करणे जरुरीचे

असते आणि त्यावेळी प्रमाणापेक्षा जास्त स्फोट होणार नाही अशी विशेष काळजी घेतली पाहिजे आणि आसपासच्या कामगारांना इजा होऊ नये म्हणून पुरेशा सुरक्षेच्या पूर्वोपायांची तरतूद केली असल्याची खात्री करून घेतली पाहिजे.

(आ) झिरपणाऱ्या आणि ठिबकणाऱ्या पाण्याचे नियंत्रण.

झिरपणाचे पाणी चांगल्या प्रकारे हाताळले पाहिजे, नाहीतर कॉंक्रीट पक्व होण्यापूर्वी त्यास गंभीर प्रमाणात इजा पोहोचेल. बाजूच्या भितीच्या आणि कमानीच्या कॉंक्रीटपासून पाणी अलग ठेवून ते पन्हाळी धातूच्या पत्र्यांच्या सहाय्याने अधस्तराकडे खाली वळविता येते. हे पत्रे स्थूलपणे कमानीच्या आणि बाजूंच्या निकट जेथे पाणी बोगद्यात शिरत असते तेथे बांधलेले असतात. भरड कंकराने भरून काढलेल्या आडव्या निःसारण चारीतून अधस्तरातील पाण्याचे नियंत्रण करण्यात येते. अधस्तरातील सर्वात खालच्या भागात ही चारी असावी आणि काही झरे निर्माण झाल्यास त्यांच्याकडे व बाजूमधून ज्याठिकाणी पाणी खाली येते त्या ठिकाणांच्याकडे ह्या चारींच्या शाखा न्याव्यात. जर प्रवाह जोराचा असेल तर कंकराच्या खाली खापरी नळी सिमेंट न घालता बसवावी. अधस्तराच्या पातळीच्या खाली पाणी ठेवण्यास जर हेही अपुरे पडत असेल तर ज्या भागात कॉंक्रीट टाकले आहे त्याच्या पलीकडील खड्ड्यात पाणी सोडावे व जेथून ते इजा न करता वाहून दूर जाईल अशा ठिकाणाकडे पंप करावे.

ज्या बोगद्यात बऱ्याच प्रमाणात पाण्याचा प्रवाह आढळून येतो तेथे तात्पुरते बांध घालावे लागतात व कॉंक्रीट टाकावयाच्या जागेच्या पुढील अधःस्थलाच्या क्षेत्रातील पाणी काढून टाकण्याकरिता अभिकल्पन केलेल्या चूषण यंत्रणेच्या कार्याशिवाय कार्यक्षेत्रातील पाणी वाहून नेण्याकरताही नळ घालावे लागतात, संरचनेच्या अभिकल्पनेत समाविष्ट केलेल्या गटारांच्याखेरीज काही अन्य गटारे अस्तित्वात असतील तर कॉंक्रीट कठीण होताच त्यांची सामान्यतः गाराभराई करण्यात येते. सर्व जलनियंत्रण घटकांची नोंद ठेवण्यात यावी व त्यात सर्व नलिकासमूह आणि त्यांचे जोड यांचा व गटारांच्या वर्णनाचा समावेश करावा म्हणजे त्यांची परिणामकारक गाराभराई करता येते.

(इ) बोगद्यातील अस्तराचे कॉंक्रीट

बोगद्याच्या कमानीच्या भागात वापरावयाचे कॉंक्रीट फर्म्यातील बहुतेक कॉंक्रीटपेक्षा काहीसे जास्त सुकार्य असले पाहिजे कारण त्यातील द्रव्याचे जागेवर स्पंदन करण्यास वाव मिळत नाही. ह्या कॉंक्रीटचा अवपात सुमारे ४ इंच असावा आणि कॉंक्रीटला सहज आकार देता यावा आणि ते स्वतःच आधाराच्या तीरांच्या आणि संचाच्या भोवती आणि बोगद्याच्या छतातील वाकड्या तिकड्या जागांत शिरावे म्हणून त्यातील वाळूच्या अंशात २ ते ४ टक्के वाढ करावी. धारित वायूमुळे कॉंक्रीटमधील वियोजनाची प्रवृत्ति कमी होत असल्याने आणि त्याची सुकार्यता वाढत असल्याने चांगल्या प्रकारे कॉंक्रीट टाकता येण्यात धारित

वायू हा एक महत्वाचा घटक असतो. अस्तराची जाडी, प्रबलीकरण राशि आणि कॉंक्रीट–करिता वापरण्यात येणाऱ्या पंपाच्या अगर वायुबंदुकीच्या आकारावर मिलाव्याचा कमाल आकार अवलंबून असतो. जरी कमाल आकार किमान १½ इंच असू शकणार नाही अशी काही उदाहरणे आहेत तरी सर्वात मोठा पंप आणि वायुबंदुकीचा उपयोग करून ३½ इंच आकाराच्या (मिलाव्याचे कॉंक्रीट) यशस्वीपणे टाकण्यात आले आहे.

१२ फुटापेक्षा मोठ्या व्यासाच्या बोगद्यात अधस्तर आणि कमान वेगळी वेगळी ओतावयाची प्रथा अगर कार्यपद्धति असते आणि बऱ्याच उदाहरणांत त्यापैकी अधस्तराचे (कॉंक्रीट) प्रथम टाकण्यात येते. अधस्तरातील बाहेरच्या कडांच्याजवळ कॉंक्रीटचा अवपात होऊ नये म्हणून कडेजवळच्या कॉंक्रीटच्या उतारास अनुसरून अधस्तराच्या छेदात समाविष्ट झालेल्या चापाची अंशसंख्या मर्यादित केली जाते. बोगद्याच्या अस्तराच्या कॉंक्रीटमध्ये सामान्यपणे वापरलेल्या अवपाताकरिता अधस्तराने अंतरित केलेला कोन ६० ते ७० अंशाच्या मर्यादेत असु शकतो. जवळजवळ क्षैतिज अधस्तरावर टाकलेल्या सामान्य अरचित कॉंक्रीटकरिता जे योग्य असते त्याहून अधस्तरातील कॉंक्रीट भिन्न असण्याची आवश्यकता नसते. अतिरिक्त वाळूची जरुरी नसते आणि अवपात सुमारे १½ इंच असावा. ह्या अवपाताचे कॉंक्रीट स्पंदनाने चांगल्याप्रकारे दृढीकरण होण्याकरिता उत्तमप्रकारे प्रतिसाद देते, व असे स्पंदन अधस्तराच्या कॉंक्रीटमध्ये सहज वापरता येते. शिवाय ह्या कमी अवपातामुळे अधस्तराचा आकार मध्यरेषेपासून उर्ध्वस्थ उतारापर्यंत टिकून राहण्यास भरीव प्रमाणात मदत होते व ह्याची बोगद्याच्या अभिकल्पनेत सामान्यतः गरज असते. तसेच अवपात कमी असताना निस्रवण कमी होते आणि त्यामुळे कॉंक्रीटची सफाई करण्यात कमी अडथळा येतो.

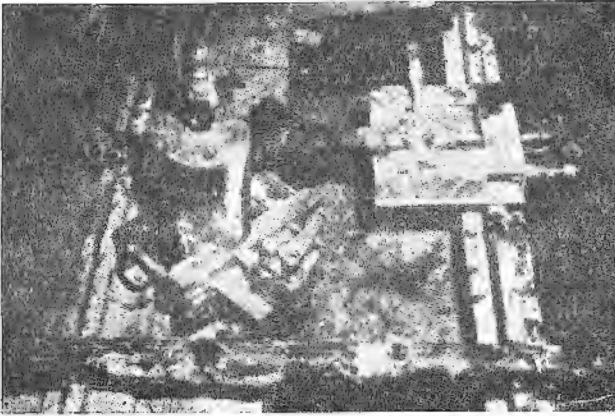
(ई) बोगद्याच्या अस्तरातील कॉंक्रीट टाकणे.

बोगद्याच्या अस्तराच्या कामात वापरावयाच्या पद्धती आणि उपकरणांची निवड, त्या बोगद्याची भौतिक मापें, संरचनेचे कार्यक्रमपत्रक आणि कार्यक्रम, प्रबलीकरण व्याप्ति, आणि विनिर्देशीय गरजा, उदाहरणार्थ संरचना जोडांची वारंवारता, जलरोधक आणि वायुबीय बंदुकांच्या वापरावरील निर्बंध, यांनी शासित केली जाते. कॉंक्रीट पंप अगर वायु-बंदुकीच्या सहाय्याने ६ ते ८ इंच नळातून कमानीच्या शीर्षात कॉंक्रीट निक्षेपित करून कमानीतील कॉंक्रीट टाकण्याची क्रिया साध्य करण्यात येते.

नळाचे प्रस्रावी टोक निमज्जित करण्यास पुरेल इतके कॉंक्रीट टाकून झाल्यानंतर ते बाजूच्या भिंतीतील प्रगामी उतारांच्यावरून आलटून पालटून वाहत जाते. जसजशा बाजूच्या भिंती भरत जातात तसतसा माथ्यावर कॉंक्रीट टाकण्याकरिता उताराच्या माथ्याच्या काहीसे पाठीमागे आधार दिला जातो. माथ्यावरील कॉंक्रीटमध्ये जर वितरण नळ किमान ५ ते १० फूट निमज्जित केला नाही तर (त्या बिंदूजवळील अस्तराच्या जाडीवर ही निमज्जनाची खोली अवलंबून असते.) बहुशा कमान (कॉंक्रीटने) भरून जाणार नाही. वितरण नळाचे टोक पुरेसे निमज्जित करण्याचा आग्रह धरण्यात यश न आल्याने

कमानीतील कॉंक्रीट पूर्णपणे भरण्याकरिता गाराभराईची खर्चिक कामे करावी लागली आहेत.

कमानीच्या कॉंक्रीटमध्ये एकदा का वितरण नळाचे टोक चांगल्या प्रकारे निमज्जित केले की कॉंक्रीटच्या पंपाचे आणि वायु-बंदुकीच्यापैकी बहुतेकांचे कार्य अंतिम परिणामाच्या दृष्टीने एकसारखेच असते. तथापि जेव्हा वायुबंदूक वापरण्यात येते तेव्हा प्रस्रावाच्या निश्चित उच्च गतीमुळे बोगद्याच्या अस्तराच्या प्रत्येक पोतभितीच्या लांबीवर सुरुवातीला अतिशय जोरात धक्का बसतो व बऱ्याच प्रमाणात (कॉंक्रीटचे) विलगन होते आणि फर्म्याच्या शेवटी बाजूच्या भिती भरून जाण्याइतके कॉंक्रीट टाकले जाईपर्यंत आणि नळाचा शेवट झाकून जाईपर्यंत ही क्रिया चालू राहते. अस्तराची जाडी आणि अंतर, आणि आधार संचांचा प्रकार यांच्यावर अवलंबून असलेला, बाजूच्या भितीतील कॉंक्रीटचा प्रगामी उतार, ^{3} स ^{1} पासून ^{5} स ^{1} पर्यंत असणे अवश्य असल्याने पोतभितीच्या मधल्या कॉंक्रीटचा बराचसा भाग कमान भरण्यास सुरुवात होईपर्यंत ह्या विलगनाखाली येतो. ह्या कारणाकरिता बोगद्यांतील अस्तराकरिता पंपापेक्षा वायुबंदूक कमी प्रमाणात पसंत केली जाते, कारण पंपातून कॉंक्रीट सावकाश प्रस्रावित होते आणि त्यात विलगन होत नाही. म्हणून ब्यूरोच्या विनिर्देशाप्रमाणे बोगद्यांतील अस्तराची उपकरणे आणि त्यांचे



आ. १३४

बोगद्याच्या फर्म्याला शीघ्रगति स्पंदक जोडण्याकरिता वापरण्यात आलेला एक बाजारी स्पंदकाचा वायुचलित चिमटा. ह्या वायुचलित अंगामुळे चिमटा बसविणे सोयीचे होते.

S B – 1753 – R 2.

कार्य यामुळे उच्चगती प्रस्राव आणि परिणामी विलगन न होता फर्म्यात काँक्रीट गेले पाहिजे अशी आवश्यकता असते. वायुवीय (काँक्रीट) टाकण्याची यंत्रणा वापरून अनेक मक्तेदारांनी ही गरज पुरी करण्याचे अंगिकारले आहे. कामावरील कार्यपद्धतीचा (एक भाग) म्हणून हे करता येते असे दाखवून देण्यात काहींना यश आले आहे पण योग्य कार्य–संपादनाची खात्री असण्याकरिता जेथे दैनंदिन अविरत निरीक्षण करण्यावर भरवसा ठेवता येतो तेथेच फक्त हे शक्य असते.

ज्यामधून काँक्रीट घालता येईल व ते जागेवर सरकत जात असताना त्याचे निरीक्षण करता येईल अशा द्वारांची भरपूर तरतूद कमानीच्या व बाजूच्या भिंतीच्या अस्तराच्या फर्म्यात करावी. (चि. ९७ पहा.) लवचिक दंड असलेले आंतरिक प्रकाराचे स्पंदक बाजूच्या दरवाज्यांच्यामधून फार फायदेशीरपणे वापरण्यात आले आहेत. बाजूच्या दरवाज्याच्यावरचे स्पंदन, काँक्रीटच्या प्रगामी उताराच्या पाठीमागील फर्म्यावर तात्पुरतेपणे बसविलेल्या शीघ्रगति स्पंदकाच्या सहाय्याने, व्यवस्थितपणे प्राप्त करण्यात यावे. (आ. १३४ पहा.) बिजागरीच्या स्थानापाशी स्पंदनहानी होणार नाही तसेच ज्या तीरावर स्पंदक बसवला आहे तो काँक्रीटवर प्रभावीपणे स्पंदनांचे पारेषण होईल इतका त्वक्पट्टाला जोडला आहे हेही पाहण्याची काळजी घ्यावी. माथ्यावरील द्वारामधून सतत लक्ष ठेवूनच हे कार्य सांभाळता येते आणि प्रस्राव नळ हालवून कमानीत (काँक्रीटची) भरणी जास्तीत जास्त पूर्णपणे करता येते.

प्रमाणापेक्षा जास्त झालेली फूटतूट आणि शंकास्पद भराईच्या बिंदूच्या नक्की स्थानांची बिनचूक नोंद करावी म्हणजे जर अस्तराची गच्च गाराभराई केलीच पाहिजे असे असेल तर जास्तीत जास्त लाभदायक बिंदूच्याजवळ गाराभराई करण्याकरिता छिद्रांचे वेधन करता येईल. जर सूक्ष्म रेतीच्या चुन्याची थोडीशी राशि अगर निव्वळ सिमेंट गाराभराईत वापरावयाचे असेल तर ह्या अल्पदाब गाराभराईकरिता गारापंप अधिमान्य असतात. जेथे अस्तराच्या पाठीमागे बरीच जागा असते तेथे काँक्रीटमध्ये नेहमी वापरण्यात येणाऱ्या वाळूचा चुना वापरणे व तो वायुबंदुकीने टाकणे इष्ट असते. अस्तराच्या वरच्या बाजूस असलेल्या उंच पोकळ्यात वायुरंध्रे बसवावीत. आत सारण्याकरिता लागणारा अनुज्ञेय दाब शक्य तितका वाढू न देता पुरस्थापन बिंदूच्या शक्य तितक्या अग्रवर्ती असलेल्या छिद्रातून गारा बाहेर पडेपर्यंत तो वाहू द्यावा.

कमानीत (काँक्रीट) टाकण्याच्या बाबतीत ज्या बाबींची पूर्वी चर्चा करण्यात आली त्याच बाबी, अधस्तरातील काँक्रीट टाकण्याकरिता लागणाऱ्या उपकरणांची आणि पद्धतींची निवड, यावर नियंत्रण ठेवतात. अरचित काँक्रीटच्या नेहमीच्या कार्यपद्धतीचे अधस्तरातील काँक्रीट टाकण्याच्या बाबतीतही अनुसरण करण्यात येते. परंतु मार्गाच्या अखेर असलेल्या

वितरण बिंदूपासून ज्या ठिकाणी ते निक्षेपित करावयाचे आहे – सामान्यपणे ज्यातील मार्ग काढून टाकण्यात येत आहे आणि अधस्तराची पूर्वतयारी करण्यात येत आहे अशा अधस्तराच्या लांबीवर – तेथपर्यंत कॉंक्रीटचे परिवहन करण्याच्या आवश्यकतेमुळे ते टाकणे जास्त अवघड होते. काही उदाहरणात मार्ग उंच केलेला असतो व त्यामुळे ज्या भागाची पूर्वतयारी करण्यात येत आहे त्याच्यावरून गाड्या जाऊ शकतात आणि अधस्तरात कॉंक्रीट प्रत्यक्षपणे ओतता येते पण या पद्धतीत (कॉंक्रीट) टाकण्याकरिता, सारखे करण्याकरिता, आणि त्याची सफाई करण्याकरिता अगदी संकुचित टाचकी



आ. १३५

वॉशिंग्टनमधील कोलंबिया घाटी प्रकल्पातील ग्रँडकुली धरणाच्या निर्गम बोगद्याच्या अधस्तराच्या छेदात सरक फर्म्याच्या सहाय्याने कॉंक्रीट टाकले जात असताना –

P X – B – 25247

जागा उपलब्ध असते. वियोजन न होता (काँक्रीट) टाकण्याकरिता काँक्रीट पंप अगर वाहकपट्ट सर्वांत जास्त संतोषजनक असतात.

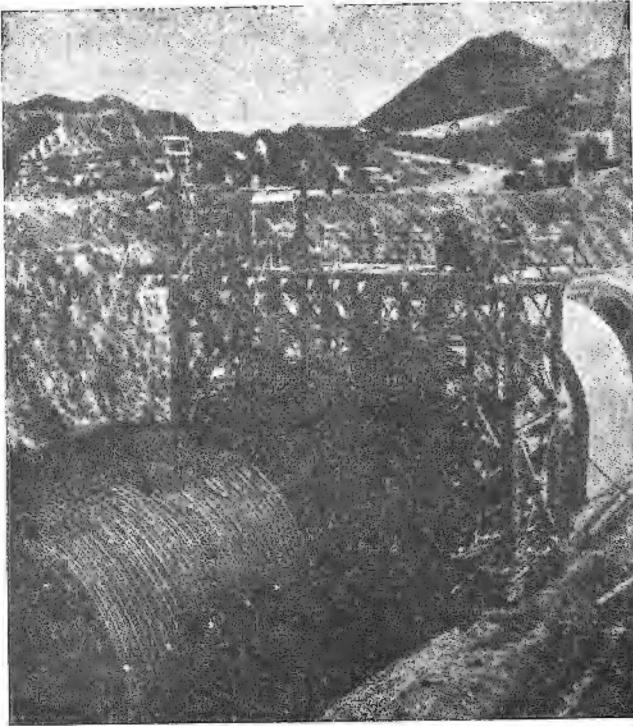
अधस्तराच्या आडव्या छेदाला विहित आकाराप्रमाणे सामान्यपणे गोलाई देण्यात येते. असा आकार टिकून राहण्याचा आणि त्याच वेळी बाजूच्या उंचावरील जागात चांगल्या प्रकारची स्पंदनी परिस्थिती प्राप्त करण्याचा उत्तम मार्ग, बोगद्याच्या रुंदी इतकी लांबी असलेला अवजड भारित सरक – फर्मा वापरणे हा असतो. (आ. १३५ पहा). काँक्रीट टाकले जात असताना आणि त्याच्या पुढचे काँक्रीट स्पंदन केले जात असताना रहाटाच्या सहाय्याने सरक–फर्मा पुढे सरकविण्यात येतो. लहान बोगद्यात आडव्या मेजपट्टीच्या अगर अनुदैर्घ्य फर्म्याच्या सहाय्याने पृष्ठभाग तयार करण्यात येतो. रुंद गोलाकार अस्तरांच्या बाबतीत आडव्या मेजपट्ट्यांचे योग्य त्या आकाराप्रमाणे गोल केलेले मार्गदर्शक दहा ते पंधरा फूट अंतरावर बसवून आणि मध्यरेषेशी समांतर सरळ–पट्टीने सपाट करून उत्तम परिणाम प्राप्त करता येतात. १२१ व्या विभागात वर्णन केलेल्या कार्यपद्धतीशी सफाईचे कार्य जुळेल असे असावे; या कामी गोलाकार अधस्तराच्या तळाशी काही मुक्त जल साठले असल्यास सफाईची उपकरणे वापरण्यापूर्वी ते काढून टाकणे अथवा त्याचे पुन: अवशोषण झाले असल्याचे पाहणे हा मुख्य पूर्वोपाय असतो.

जर बोगद्याचा अधस्तर प्रथम ओतला असेल तर जलस्थैतिक दाबाविरुद्ध अस्तर जलरुद्ध असावे काय, वा संरचनांच्या गरजाप्रमाणे पक्का बद्ध केलेला जोड हवा आहे काय अगर घट्ट बसणारा पण बद्ध न केलेला जोड चालू शकेल काय ह्या गोष्टीवर अनुदैर्घ्य जोडावर कोणचे उपचार करावयाचे हे अवलंबून राहील. शेवटच्या परिस्थितीत कमानीतील काँक्रीट टाकण्याच्या लगेच अगोदर सुटी घाण आणि पालापाचोळा निघून गेल्याची खात्री असावी म्हणून हवा व पाण्याच्या झोताने जोड साफ करणे पुरेसे असते. इतर परिस्थितीत जोड धुण्यापूर्वी त्यावर आर्द्र वालुक्षेपण करावे लागते.

१०८–एकसंधी सायफन

८ फूट आणि त्यापेक्षा जास्त व्यासाच्या एकसंधी सायफनात (आ. १२० पहा) तळातील ६० अंश चापाचा आतला फर्मा, हाताने सफाई करता यावी आणि अशाप्रकारे असल्या फर्म्यात आढळून येणारी नेहमीची पृष्ठभागावरील अपूर्णता टाळता यावी म्हणून, वगळण्यात येतो. ज्या स्थानात बाह्य रूपरेखेप्रमाणे नळी खड्या उतारावर ठेवावी लागते तेथे सुमारे १ $\frac{1}{2}$ स १ पेक्षा जास्त खड्या अस्तराच्या बाजूंच्या भागावर तात्पुरत्या चौकटींची जरुरी लागते. एक अगर दोन तासानंतर ह्या तात्पुरत्या चौकटी काढून घेण्यात येतात आणि हाताने अधस्तराच्या पृष्ठभागांची सफाई केली जाते. जेव्हा सायफनचा व्यास २० फूट अगर त्यापेक्षा जास्त असतो तेव्हा सामान्यपणे सायफनच्या आत टाकलेल्या मार्गावर गाड्याने काँक्रीट टाकून अगर आतल्या फर्म्यांच्या माथ्यावरच्या द्वारांतून ते सोडून अधस्तर बनविणे जास्त काटकसरीचे होते. २० फुटापेक्षा कमी व्यास असताना बाहेरच्या

फर्म्यातील तळाजवळच्या द्वारांतून कॉंक्रीट सामान्यत: टाकण्यात यावे. स्पंदन केले की अधस्तरातील आपल्या जागी ते वाहून जाते. जर वायुधारित मिश्रण वापरले असेल तर वियोजन होणार नाही. कोणत्याही परिस्थितीत टाकण्याची क्रिया जलद व्हावी म्हणून विशेष प्रकारचे मिश्रण (लहान मिलावा. जास्त वाळू, जास्त पाणी) वापरू नये. अधस्तरावरील कॉंक्रीटचा पहिला थर बाजूंच्या फर्म्यात जेव्हा टाकण्यात येतो आणि त्याचे स्पंदन करण्यात येते तेव्हा आतल्या फर्म्याच्या कडेखाली " फुगवटा " निर्माण होण्याची प्रवृत्ती असते. आतल्या फर्म्याच्या लगेच खाली घातलेल्या प्रबलीकरण शिगांची टोके २×४



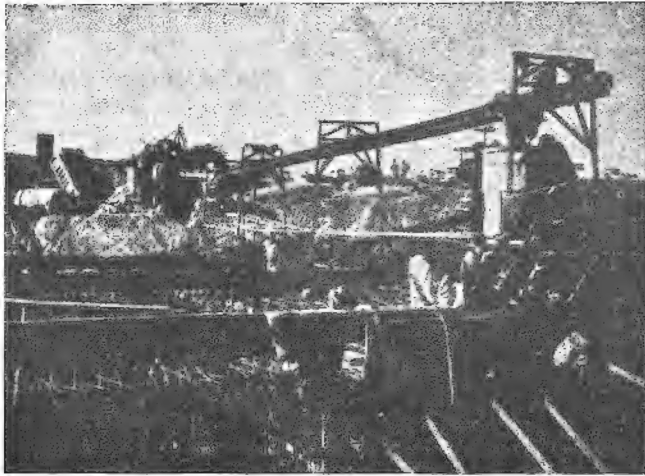
आ. १३६

कॅलिफोर्नियातील मध्य घाटी प्रकल्पातील डेल्टामँडोटा कालव्यावरील गोलाकार सायफनमध्ये वाहकपट्ट्याने आणि पात प्रवणिकांनी कॉंक्रीट टाकणे.

PX – D – 33034

आकाराच्या पाचरी तात्पुरत्या उभ्या बांधून ही क्रिया आवरून धरावी. अधस्तरात टाकण्यात येणाऱ्या काँक्रीटच्या प्रवाहासही आतल्या फर्म्याच्या कडेला निकटच्या अधस्तरातील काँक्रीटच्या पृष्ठभागावर एका सपाट फळीची पाचर मारून अवरुद्ध करण्यात येते. सायफनच्या डोलीत आणि तत्सम संरचनात काँक्रीट टाकताना फर्म्यात विकृति न व्हावी आणि ते वाकडे तिकडे होऊ नयेत म्हणून सर्वसाधारण सारख्या पातळ्यावर फर्म्याच्या आमोरासमोरच्या बाजूंत ताजे काँक्रीट टाकणे सामान्यपणे महत्वाचे असते. आ. १३६ व १३७ मध्ये काँक्रीटच्या दोन वितरण पद्धतींचे दिग्दर्शन केले आहे.

आडव्या जोडांच्या जवळ सायफनमध्ये धातूच्या अगर रबरी जल–रोधक पट्ट्यांची तरतूद केलेली असते आणि त्या योग्य प्रकारे सन्निहित करण्याकडे बारकाईने लक्ष द्यावे लागते. पट्टीच्या उदग्र व्यासाच्या माथ्याजवळ आणि तळाशी खालच्या बाजूने काँक्रीट पूर्णपणे भरले जाण्याकरिता विशेष काळजी घ्यावी. या क्रांतिक बिंदूंच्या जवळ जल–रोधकांच्या खाली काँक्रीटला आकार देण्याकरिता त्याचे चांगल्या प्रकारे स्पंदन करावे म्हणजे जोडाच्या प्रतलाशी जवळजवळ समांतर दिशेने ते वाहू लागेल. तसेच विकृति



आ. १३७

कॅलिफोर्नियातील मध्य घाटी प्रकल्पातील फ्रियांट कर्न कालव्याच्या बिग ड्राय क्रीक जवळच्या ६५ फूट रुंद पेटीच्या आकाराच्या सायफन मधील काँक्रीटचे एकरूळी वितरण.
P X – D – 34583

अगर विस्थापन न होता स्पंदनाला तोंड देईल इतका जल–रोधक पुरेसा जड असेल तर त्याचे स्पंदन करावे. कॉंक्रीट भरून गेल्यावर फर्म्यांची गोलाई बिघडून जावू नये म्हणून त्यांच्या कडा ताठ राहतील अशा बांधणे महत्वाचे असते. अशा विकृतीने त्यात पायटे पडतात आणि डोलाच्या निकटच्या लांबीकरिता फर्मे बसविण्यास अडचण होते; तसेच जल–रोधकाच्या पट्ट्या ढिल्या होण्याची प्रवृत्ति त्यामुळे उत्पन्न होते आणि वर्तुळाच्या तळाशी त्यांचा खालच्या दुरुस्तीस फार खर्च करावा लागतो.

जाग्यावर ओतण्यात येणाऱ्या सायफनचे फर्मे लाकडी अगर पोलादी तयार करावे. आतल्या फर्म्याकरिता दुसरा (पोलादी) प्रकार सर्वात जास्त वापरला जातो. आतल्या फर्म्यात द्वारे नसावीत. याला अपवाद फक्त अधस्तरातील प्रत्यक्षात कॉंक्रीट टाकण्याकरिता ठेवलेली ६० अंशाची मोकळी जागा आणि माथ्यावरील द्वारे ही आहेत. क्षैतिज मध्य–रेषेच्यावर सुमारे ६० अंश कोनापर्यंत फक्त बाजूसाठी बाहेरील फर्मे लागतात. डोलाच्या खालच्या भागात टाकण्याकरिता कॉंक्रीट सोडता यावे आणि स्पंदन व निरीक्षणाकरिता मार्ग रहावा म्हणून बाहेरच्या फर्म्यात द्वारे ठेवली पाहिजेत. पातप्रवणिकांतून कॉंक्रीट घेण्याकरिता, त्याच्या पतनास आळा घालण्याकरिता, तुलनेने कमी वेगाने ते फर्म्यात जावे, आणि त्यावेळी कमी विलगन व्हावे म्हणून खालच्या द्वारांच्या जवळ आ. १२८ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे पेटीसारखी भांडी वापरण्यात येतात. द्वारांची सर्वात खालची रांग शक्य तितकी खाली असावी; त्यामुळे अधस्तराच्या आत कॉंक्रीट सोडणे सोपे जाते व वेग किमान असल्याची आणि वियोजन किमान झाल्याची खात्री मिळते.

१०९ – कालव्याचे अस्तर

कालव्याचे आदर्श अस्तर, जलरोधक, माफक खर्च येणारे, पाणवनस्पतींची वाढ खुंटवणारे, बीळकारी प्राण्यांच्या हल्ल्यास प्रतिरोध करणारे, बळकट व टिकाऊ कमाल–जलीय कार्यक्षमता देणारे आणि योग्य प्रमाणात लवचिक असणारे असे असते. कुठल्याही कालव्याच्या अस्तराच्या द्रव्यात हे सर्व गुणधर्म असु शकत नाहीत, तथापि निवडक मिलाव्याचे बनविलेले, टाकण्यावर, सफाईवर आणि मुरवणावर योग्य नियंत्रण असलेले कॉंक्रीट जर पुरेशा अधस्तरावर पसरलेले असले तर त्यावर किमान देखभाल करावी लागेल व ते समाधानकारकपणे पाणी तुलनेने तीव्र गतीने वाहून नेऊ शकेल आणि बराच काळ काम देऊ शकेल.

(अ) कॉंक्रीटचे मिश्रण

कालव्याच्या अधस्तराचे कॉंक्रीट चांगल्या प्रकारे दृढीभूत होईल इतके लवचिक आणि उताराच्या जागेवर राहील इतकेच घट्ट असले पाहिजे. प्रबलीकरण शिगांच्या खालचे कॉंक्रीट चांगल्या प्रकारे दृढीभूत होण्याकरिता विशेष काळजी घेणे आवश्यक असते.

ज्या ठिकाणी उताराच्या तळापासून माथ्यापर्यंत काँक्रीट एकसारखे करण्यात येते अशा हातांनी अगर हलक्या यंत्रांनी टाकण्याच्या काँक्रीटची संघनता अशी असावी की ते उतारावर नाममात्रच स्थिर राहील. सामान्यपणे सुमारे २ ते २½ इंच अवपात योग्य असतो. टाकण्याच्या ह्या पद्धतीत जास्त शुष्क काँक्रीटच्या वापरामुळे प्रबलीकरण शिगांच्या भोवताली त्यांच्या निकट काँक्रीट घालता येत येत नाही व आ. १३० मध्ये दाखविल्या–प्रमाणे लादीच्या खालच्या बाजूवर जाळ्या पडतात. अनुदैर्घ्य दिशेने वापरण्यात येणाऱ्या सरक फर्म्याच्या अवजड यंत्रात सुमारे २ इंच अवपाताचे (काँक्रीट) वापरून उत्तम परिणाम प्राप्त करता येतात. संघनता व सुकार्यतेवर बारकाईने नियंत्रण ठेवणे महत्वाचे असते. कारण जर अवपातात एका इंचाचाही बदल झाला तर प्रस्थापित केलेल्या कार्य–वाहीतील समायोजन बिघडून जाते व कामाच्या प्रगतीच्या व गुणधर्माच्या बाबतीत अडथळा निर्माण होतो.

फुल्लर फर्म्यासारखे अधस्तर मार्गदर्शित सरकफर्मे कालव्याचे अस्तर टाकताना वापरले तर त्यांच्या कार्यवाहीवर काँक्रीटच्या अवपाताचा क्रांतिक परिणाम होतो. जर काँक्रीट पुरेसे लवचिक नसेल तर अधस्तराच्या जाडीवर नियंत्रण ठेवणे अवघड जाते. २ इंच जाड अस्तराकरिता ३¼ ते ३¾ इंचा इतक्या अवपाताची, २½ इंच जाड अस्तराकरिता ३ ते ३½ इंच अवपाताची आणि ३ इंच जाडीच्या अस्तराकरिता २½ ते ३ इंच अवपाताची जरूरी लागेल.

कालव्याच्या अस्तराच्या काँक्रीटमध्ये किमान विनिर्देशित उपचार करून योग्य प्रमाणात चांगल्या प्रकारे सफाई होण्याकरिता चांगल्या प्रतवारीच्या पुरेशा वाळूचा समावेश केलेला असावा. ह्या कामाकरिता प्रमाणापेक्षा जास्त वाळू वापरण्याचे टाळावे. १½ इंच कमाल आकाराचा मिलावा असलेल्या काँक्रीटची समाधानकारक सफाई प्राप्त करण्याकरिता ३½ ते ५½ टक्के हवा निर्धारित करण्यानेही भरीव मदत होते. काँक्रीटचा सफाईदारपणा बराच सुधारण्यात उपयुक्त होणारी आणखी एक बाब मिश्रणातील वाटाण्याच्या आका–राचा कंकराच्या (क्र. ४ अगर ⅜ ते ⅞ इंच) अंशात सुमारे ५ टक्केपर्यंत घट करणे ही असते. जेव्हा वाटाणा कंकराचे प्रमाण–नियंत्रण स्वतंत्रपणे करण्यात येते तेव्हाच फक्त अशी घट करणे शक्य होते. कालव्याच्या अस्तरासंबंधीच्या ब्यूरोच्या विनिर्देशाप्रमाणे सामान्यपणे ह्या स्वतंत्र कार्यवाहीची आवश्यकता असते.

सामान्यत: मिलाव्याचा कमाल आकार अस्तराच्या जाडीच्या निम्म्यापेक्षा जास्त असू नये. अलिकडील विनिर्देशांप्रमाणे २½ इंच जाड अस्तराकरिता ¾ इंच मिलाव्याचा वापर करावा लागला आहे. प्रबलीकरण शिगांच्या खालच्या काँक्रीटचे दृढीकरण करण्यात पोलादा-(शिगांच्या) खालच्या काँक्रीटच्या बऱ्याच प्रमाणात आडव्या दिशेने वाहणाऱ्या प्रवाहाचा

संबंध येत नसल्यामुळे व दोन्ही बाजूंनी कॉंक्रीट एकत्र आणण्यात येत असल्यामुळे प्रबली–करणामुळे (मिलाव्याचा) कमाल आकार कमी करणे समर्थनीय ठरत नाही. (कॉंक्रीटचे) मिश्रण, संघनता व टाकण्याची पद्धत यांच्यावर योग्य प्रकारचे दृढीकरण प्रामुख्याने अवलंबून असते.

(आ) प्रबलीकरण

अनुभवाने असे दिसून आले आहे की कालव्याच्या कॉंक्रीटच्या अस्तरात पोलादी प्रबली-करण शिगांची सामान्यतः जरूरी नसते आणि सुमारे १९४६ नंतर ब्यूरोने तयार केलेली कॉंक्रीटची अस्तरे, जेथे संरचनीय सुरक्षा अत्यावश्यक होती अशी काही विशिष्ट उदाहरणे सोडून, अप्रबलित ठेवली आहेत,

जेव्हा अस्तराचे प्रबलीकरण केलेले असते तेव्हा लादीच्या मध्यावर योग्य स्थानी जर पोलाद (शिगा) घट्टपणे बद्ध केलेले नसले आणि (कॉंक्रीट) टाकले जात असताना त्यात बाक येऊ दिला तर कॉंक्रीटचे दृढीकरण करणे अवघड जाते आणि ते अनिश्चितही असते. हे सहजपणे साध्य करता येत नाही आणि क्रोडांच्या अन्य परीक्षातून शिगा जशा असावयास पाहिजेत त्यापेक्षा पुष्कळवेळा बऱ्याच खोल गेल्याचे दृष्टोत्पत्तीस आले आहे.(आ.१३०पहा). कॉंक्रीट टाकताना जेथे पोलाद वाकलेले असते तेथे त्याच्याखाली (कॉंक्रीटचे) दृढीकरण चांगले झालेले नसते. परिणामतः हे पोलाद पुष्कळ वेळा उघडे पडते आणि गंजून जाते.

शिगा योग्य स्थानी राहतील अशी खात्री मिळण्याकरिता आणि विस्थापन होऊ नये म्हणून, प्रबलीकरण शिगा पुरेशा प्रमाणात बांधल्या पाहिजेत आणि त्याना आधार दिले पाहिजेत. हे आ. १३८ मध्ये दोखविले आहे. दगड अगर पूर्वनिर्मित कॉंक्रीटचे ठोकळे आधाराकरिता सर्रास वापरण्यात येतात. ते जर पुरेशा आकाराचे आणि योग्य अंतरावर ठेवलेले असले तर समाधानकारक काम देतात. भक्कम जमिनीवर ३x४ इंची ठोकळे दर ३ फूट अंतरावर ठेविल्यास पुरे होते, परंतु सामान्य भूपरिस्थितीत ठोकळे ५ इंच चौरस ठेवावे. यापेक्षा कमी अनुकूल परिस्थितीत अधस्तरात संनिहित करता यावे म्हणून हे ठोकळे अधिक जाडीचे असावेत. आधार ठोकळ्याच्या कॉंक्रीटचा दर्जा अस्तरातील कॉंक्रीटच्या दर्जाइतका किमान असावा; त्यात सामान्यतः खांचा पाडण्यात येतात, अगर तारा ठेवण्यात येतात त्यामुळे त्यांना शिगांच्याखाली ते हलणार नाहीत असे बसविता येते.

अस्तराची सरक–फर्मा–यंत्रे वापरताना जसे घडते त्याप्रमाणे प्रबलीकरण शिगांचे खालच्या दिशेने घडणारे सामान्य विस्थापन जेव्हा पूर्णपणे टाळता येत नाही तेव्हा ह्या विस्थापनाची भरपाई होण्याकरिता शिगा बसविताना काही गुंजाईश ठेवावी. काही उदाहरणात खास प्रकारच्या नळ्यांच्या पिंजऱ्याने जाळीदार प्रबलीकरण (पोलाद) जागेवर धरून ठेवण्यात येते. हा पिंजरा बाजूवर लोंबत ठेवलेला असतो आणि जसजसे अस्तरयंत्र पुढे जाते तसतसे जाळीच्या खाली तो पुढे सारण्यात येतो,



आ. १३८

कॅलिफोर्नियांतील मध्यघाटी प्रकल्पातील निबस धरणाच्या डाव्या अंत्याधाराच्या उतरत्या अंचलावर वापरण्यात येत असलेला, त्या कामाकरिताच तयार केलेला, सरक-फर्मा. प्रबलीकरण शिगा व्यवस्थितपणे बांधलेल्या आहेत आणि कॉंक्रीटच्या ठोकळ्यांवर आधारित केल्या आहेत. पार्श्वभूमीवरील अंत्याधाराच्या संरचन जोडाजवळ "व्ही" च्या आकाराच्या खाचा पाडून तयार केलेल्या रूपरेखेकडे लक्ष द्या. AR–1523–CV

(इ) अस्तर घालणे

अस्तर घालण्याच्या कामी खोटी होऊ नये म्हणून अधस्तराची पूर्व तयारी बऱ्याच अगोदर करावी. कॉंक्रीट टाकण्याच्यावेळी सुमारे ६ इंचापर्यंत अधस्तर पूर्णपणे ओला करावा. (मात्र चिखल होऊ देऊ नये.), (पहा वि. ९५ (आ). अधस्तराची छाटछूट करण्याच्या कामी लागणाऱ्या सफाईच्या मात्रत मक्तेदाराला काहीशी मोकळीक दिली जाते. कालव्याच्या अस्तराच्या आणि निरनिराळ्या प्रकल्पावर वापरण्यात येणाऱ्या अस्तरांच्या पद्धतींची तुलना २३ व्या सारणीत केली आहे.

लहान कामावर सामान्यपणे वापरण्यात येणाऱ्या हाताने (कॉंक्रीट) टाकण्याच्या अगर पार्श्विकांच्या पद्धतीपासून अनुदैर्घ्य दिशेने चालणाऱ्या सरक–फर्म्यांच्या यंत्रात (कॉंक्रीट) टाकण्याच्या पद्धतीपर्यंत ह्या पद्धतींची व्याप्ती असते. लहान पार्श्विकात आणि क्षेत्रचारीत अप्रबलीकृत अस्तर हातांनी घालण्याची सर्वात सोपी क्रिया कॉंक्रीट ओतणे आणि बाजूला व तळात पसरणे ही असते. अधस्तरावर पट्ट्यांचे मार्गदर्शक अंथरलेले असतात व उतारा–वरून योग्य त्या जाडीचे कॉंक्रीट पट्ट्यांनी पसरण्यात येते. दोन माणसांनी करावयाच्या

कामाकरिता दहा फूटी पट्ट्यांच्या चौकटी अगदी व्यवहार्य असतात. ह्या पातळ लाद्यांचे दृढीकरण (कॉंक्रीट) पसरण्याच्या कामातून मुख्यत्वे साध्य केले जाते. लांब दांड्याची पोलादी थापी एकदा अगर दोनदा फिरविली की सफाई पूर्ण होते. ६ फूट अंतरावर आडव्या खांचा पाडण्यात येतात आणि मोहोरबंदी मिश्रण वापरून अस्तराचे मुरवण केले जाते. ह्या पद्धतीकरिता मिश्रणे वापरताना टाकण्याचे आणि सफाई करण्याचे श्रम कमी व्हावेत म्हणून ते चांगल्या प्रकारे वालुकामय करण्यात येते.

मोठाली अस्तरे जेव्हा हाताने घालण्यात येतात तेव्हा त्यातील कॉंक्रीट टाकण्याचे व त्याच्या सफाईचे आणि मुरवणाचे काम सोपे व्हावे म्हणून कॉंक्रीट सामान्यतः चौकटीत आलटून पालटून टाकण्यात येते मध्यवर्ती चौकटीत कॉंक्रीट टाकण्यापूर्वी जर पुरेसा काळ गेला असेल तर एकंदर संकुचन भेगा पडण्याचे प्रमाण काहीसे कमी होते. ह्या पद्धतीत बाजूच्या चौकटींच्या चवड्याजवळ आधार देण्याकरिता तळातील लादी प्रथम टाकणे सर्वात चांगले. उताराच्या बाजूतील चौकटीत कॉंक्रीट वरच्या दिशेने पसरण्यात येते व बि. १०४ मध्ये वर्णन केल्याप्रमाणे एकसारखे करण्याच्याआधी त्याचे स्पंदन करण्यात येते.

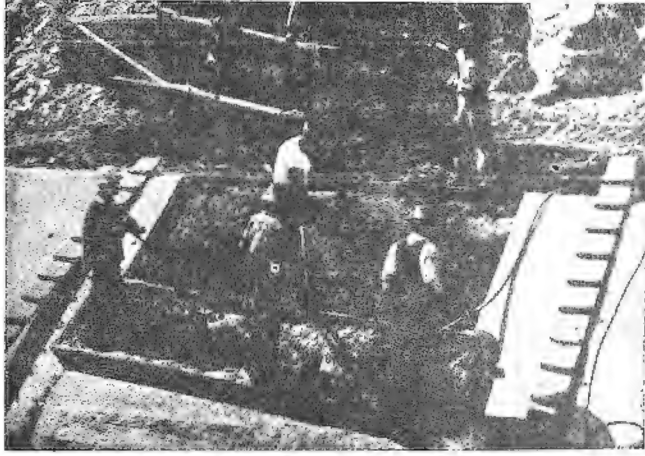
उतारावर कॉंक्रीट सर्वात जास्त कार्यक्षमतेने टाकण्याचे कार्य, संचलनाच्या दिशेने भारित पोलादी मुखवट्याचा अस्पंदनित २७ इंच रुंद सरक फर्मा–रंधा वापरून साध्य करता येते. आ. १३९ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे पायटघावर बसविलेल्या उपकरणाने अगर आ. १४० मधल्याप्रमाणे फर्म्यावर बसविलेल्या हवाई हबिसने रंधा उतारावर ओढण्यात येतो. सरक–फर्म्याच्या किंचित् अगोदर कॉंक्रीटचे आतल्या बाजूने स्पंदन करावे. कामाला साजेशी परिस्थिति असताना सरक–फर्म्याने तयार केलेल्या पृष्ठभागावर आणखी एकसारखे करण्याची जरुरी पडत नाही आणि अगदी थोडी सफाई करावी लागते. खुद्द सरक फर्मा स्पंदनित करू नये कारण ह्या पद्धतीने खालच्या कडांतून बाहेर पडणाऱ्या कॉंक्रीटमध्ये दलदल निर्माण होते. हे जादा कॉंक्रीट काढून टाकण्यास केवळ जास्त श्रम पडतात एवढेच नव्हे तर अनुदैर्घ्य शिगांच्याजवळ वाकण येण्याची प्रवृत्ति बळावते.

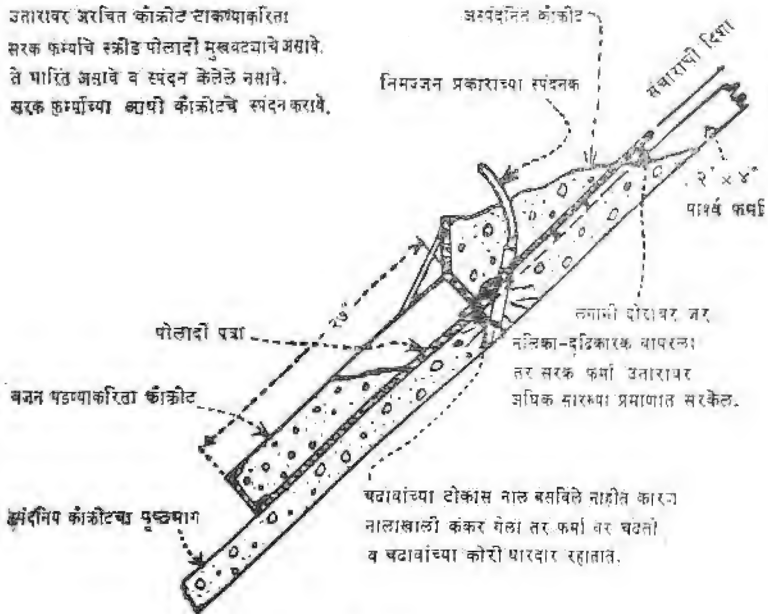
१९१५ मध्ये ब्यूरोच्या उमातिल्ला प्रकल्पावर सरक फर्म्याच्या प्रकाराच्या पहिल्या यंत्राचा उपयोग केल्यानंतर सर्व आकारांच्या कालव्याच्या अस्तराकरिता वापरण्यात येणाऱ्या अनुदैर्घ्य सरक फर्मा यंत्रात बऱ्याच सुधारणा करण्यात आल्या आहेत. ब्यूरोच्या प्रकल्पावर विस्तृत प्रमाणावर घालण्यात आलेल्या अस्तरांच्या संबंधात गेल्या २० वर्षात कार्यवाही कार्यक्षमतेत जास्तीत जास्त प्रगती झाली आहे. जलशक्तीने चालविण्यात येणारी अस्तर-यंत्रे विकसित करण्यात आली असून त्यांचे जलीय नियंत्रण केले जाते. तसेच काही विद्युत्-शक्तीने चालविण्यात येतात. रेषा आणि उतारांच्या बाबतीत विजेनेच नियंत्रण करण्यात येते.

कोष्टक क्र. २१ – कालव्याच्या अस्तराची आणि अस्तर घालण्याच्या पद्धतींची तुलना.

शकल	टाकोमा क्लिटास विभाग	[illegible] पायंट विभाग	टाकोमा [illegible] विभाग	मध्य खोरे कॉन्ट्रा विभाग	मध्य खोरे डेल्टा मेंडोटा	मध्य खोरे फ्रियांट कर्न	कोलंबिया खोरे [illegible]	कोलंबिया खोरे पश्चिम कालवा	[illegible] अमेरिकन [illegible]	मध्य खोरे फ्रियांट कर्न	कोलोरॅडो [illegible] हॉर्सटूथ फीडर	गिला वेल्टन-मोहॉक
स्थळ	वॉशिंग्टन	[illegible]	वॉशिंग्टन	कॅलिफोर्निया	कॅलिफोर्निया	कॅलिफोर्निया	वॉशिंग्टन	वॉशिंग्टन	कॅलिफोर्निया	कॅलिफोर्निया	कोलोरॅडो	ॲरिझोना
बांधणीचे वर्ष	१९२७–२८	१९३३	१९३८–३९	१९३९	१९४०	१९४०	१९४०	१९४७–४८	१९४७–४८	१९५०–५१	१९५२	१९५२–५३
विनिर्देश क्रमांक	–	–	–	–	११८३	[illegible]	१२३०	१२८६	१५१२	[illegible]	डी. सी. ३४४१	डी. सी. ३६१८
तळ – फूट	१२	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	८	१२	८	२४	१३	५
वरील – फूट	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	११२	[illegible]	[illegible]	८३	[illegible]	[illegible]	[illegible]	१६
बाजूचा उतार	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
अस्तराची जाडी – इंच	३	[illegible]	[illegible]	३	४	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	४	[illegible]
[illegible] = इंच	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	?	[illegible]	[illegible]	१
कॉंक्रीट [illegible] – घ. वा.	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	१	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible] – [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	–	–	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	–
[illegible] – [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	–	–	–	[illegible]	[illegible]	–	[illegible]	–
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	–	–	–	–	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible] वेग – ८ कि. मी. ता.	सरासरी [illegible]	सरासरी [illegible]	सरासरी १२	कमाल २०	१६	१२	कमाल ०·९२	–	१.७	–	२	–
संरचनेचा प्रकार	हालचे	[illegible] स्पंदक	स्पंदक नलिका	स्पंदक नलिका	स्पंदक	स्पंदक	–	स्पंदक	स्पंदक	स्पंदक	स्पंदक नलिका	स्पंदक
काँक्रीटचे मिश्रण – सरासरी	१ : २·८ : ४·८	१ : २.५ : २.७	१ : [illegible]	१ : [illegible]	१ : २·५६ : ३·९३	१ : २.७१ : ४.०६	१४	१ : २·१२ : [illegible]	१ : [illegible]	१ : १९.६ : ३६४	१ : [illegible]	१ : २६० : ३३७
[illegible] – [illegible]	–	–		–	४१	४०	–	३५	३८	३१	३९	४०
[illegible] – [illegible]		–	–	–	–	५	–	२५	–	८	६	–
[illegible]	–	–	–	–	४	३.९	–	४	–	४१	९	४८
घसरण – इंच	२	२ ते २½	२½	१ ते १½	३	३	–	२½	२½	१½	२ ते २½	२½
[illegible]	०.५५	०.५७	०.५७	०.५९	०.५४	०.५५	०.६२	०.५१	०.५६	०.५४	०.५२	०.५३
सिमेंट – [illegible]	१.२६	१.२६	१.३३	१.४२	१.३५	१.३७	–	१.३५	१.३८	१.४६	१.३६	१.५०
[illegible] शक्ति – पौं/चौ. इं. २८ दिवस	४५००	४६००	४६००	४२००	३५४५	३२२५	–	३३००	३२३५	३२५०	२८००	३३३५
पृष्ठभाग	पाणी शिवडून अस्फाल्ट [illegible]	स्वच्छ [illegible] २ थर	[illegible] १ थर [illegible] १ थर	स्वच्छ [illegible] २ थर	पांढरा रंग दिलेले	पांढरा रंग दिलेले	पांढरा रंग दिलेले	पांढरा रंग दिला	पांढरा रंग दिला	पांढरा रंग दिला	पांढरा रंग दिला	पांढरा रंग दिला
दर ८ तासाच्या पाळीतील लांबी – फूट	सरासरी ११२	सरासरी १६०	सरासरी ४४५	सरासरी ४५२	७५७	सरासरी ५३०	कमाल ४४४	–	८००	–	–	–
सफाई	हातकाई	हातकाई	हात [illegible] आणि पाणी	हात [illegible] आणि पाणी	लांब दांड्याची पाणी आणि जोडीला हातकाई	लांब दांड्याची पाणी आणि जोडीला हातकाई	सफाई केली नाही	लांब दांड्याची पाणी आणि जोडीला हातकाई	लांब दांड्याची पाणी आणि जोडीला हातकाई	लांब दांड्याची पाणी आणि जोडीला हातकाई	जोडीला लांब दांड्याची पाणी	जोडीला हातकाई
[illegible]	कंकरच्या थरात उपद्रव जोडाचा ४" ते १२ इंचीं [illegible]	–	कंकरच्या थरात उपद्रव जोडाचा [illegible]	–	कंकरच्या थरात जरूर वर आदेशानुसार [illegible]	कंकरच्या खाली जरूर वर आदेशाप्रमाणे [illegible]	–	आदेशानुसार कंकरच्या थरात [illegible]	–	कंकरच्या थरात [illegible]	आदेशानुसार कंकरच्या थरात [illegible]	–

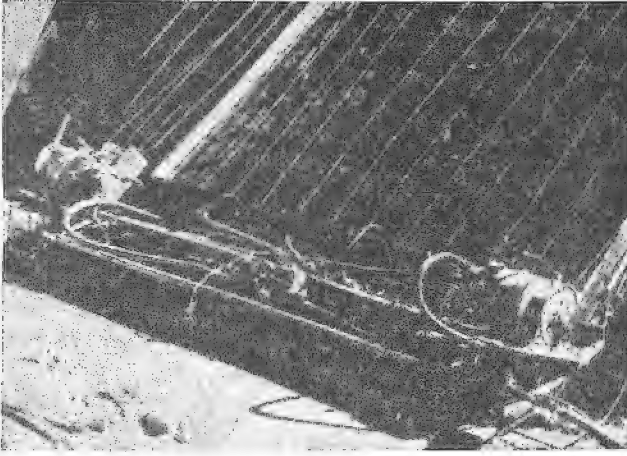




आ. १३९

कालव्याच्या उतारावर कॉंक्रीट टाकणे. उतारावर मोजपट्ट्या ओढून घेतल्या जात असताना त्यांच्या आधी कॉंक्रीटचे चांगल्या प्रकारे स्पंदन करावे.

P X – D – 3331 P X – D – 25252



आ. १४०

लाकडी मार्गदर्शकांच्या उताराबरून स्वयंही स्वतःला वर ओढून घेण्यास सज्ज असणारी सुधारित सरक-फर्म्याची मोजपट्टी. P X – D – 3336

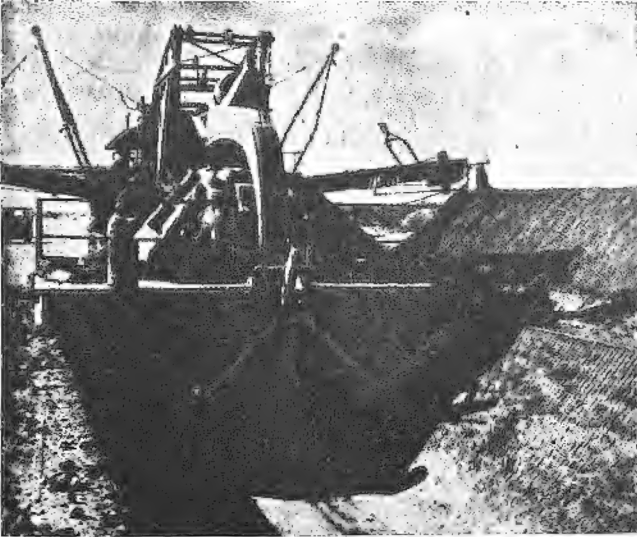
प्रबलीकरण वगळण्याच्या बाबतीत आधीच चर्चा करण्यात आली आहे. (वि. १०९ [आ] पहा). प्रबलीकरण वगळण्याच्या बरोबरच काटकसरीच्या दृष्टीने आणखी एक बदल, कॉंक्रीटच्या अस्तराचे मार्ग रेखा निर्धारण, उतार, जाडी, आणि सफाई, यांच्या सुटीतील सैलपणा हा होय. ब्यूरोच्या चालू विनिर्देशाप्रमाणे वाकणापासून ४ इंचाच्या आणि स्पर्शरेखेपासून २ इंचाच्या प्रस्थापित रेषांच्या विचलनाला आणि उतारावर १ इंच विचलनाला मान्यता देण्यात येते आणि जर प्रत्येक दिवसात टाकलेल्या कॉंक्रीटची सरासरी पूर्ण जाडी इतकी होत असेल तर तशी जाडी १० टक्के कमी करण्यास मान्यता देण्यात येते.

खर्च कमी यावा आणि त्यावेळी कामाचा टिकाऊपणा व त्याची सेव्यता टिकून रहावी म्हणून तुलनेने लहान कालव्याच्या अस्तरांच्या पार्श्विक आणि क्षेत्र चाऱ्याकरिता संरचनेच्या एका सोप्या प्रकाराचा अंगिकार करण्यात आला आहे. अशा प्रकाराच्या रचनेत अधस्तर-मार्गदर्शित सरक-फर्म्याचा उपयोग करण्यात येतो (आ. १४२ पहा). काम करताना योग्य ती काळजी घेऊन विनिर्देशित चालू सुटींच्या मर्यादेत राहून अधस्तर-मार्गदर्शित सरकफर्म्याच्या सहाय्याने अस्तर घालण्यात काहीही अडचण अनुभवाला आली नाही. अस्तरातील द्रव्याचा दर्जा, त्यांचे प्रमाणीकरण आणि मिसळण, टाकण्यातील एकसारखेपणा आणि मुरवण, यांतील गरजा अन्य मोठाल्या कालव्यांच्या अस्तरांच्या अशाच गरजांच्या सारख्याच असाव्यात. ह्या गरजांत जर काही कमीपणा आला तर

(अस्तराच्या) टिकाऊपणात गंभीर प्रमाणात क्षीणता येते आणि परिणामी खर्चात फारच कमी घट होते.

ह्या सुलभीकृत अस्तराकरिता जर खाणीतला मिलावा चांगल्या प्रतवारीचा आणि पुरेसा वालुकामय असला तरच काही विशेष प्रकारच्या कामावर त्याला मान्यता द्यावी. एक-सारख्या प्रतवारीच्या द्रव्याने प्रगति चांगली होते व त्यामुळे चाळणाला लागणाऱ्या खर्चाची सामान्यतः भरपाई होते. सुलभीकृत काँक्रीटच्या अस्तराची सफाई कमीत कमी करावी. पोकळ्या अगर अश्मकप्पे सोडून सरक फर्म्यातून बाहेर दडणारे पृष्ठभाग सामान्यतः स्वीकार्य असतात. कारागिरीत किमान परिष्कार आणि सहकारी व व्यवहार्य निरीक्षणामुळे दर ताशी व दिवशी उच्च निर्मिती करता आली तरच भरीव प्रमाणात बचत होऊ शकते.

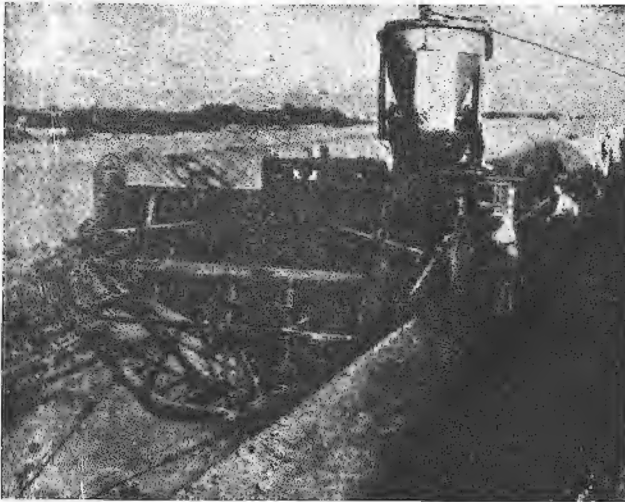
५½ फूट खोल व तळांत ५ फूट रुंद असलेल्या कालव्याचे बांधकाम आ. १४१, १४२ आणि १४४ मध्ये चित्रित केले आहे. मोठाल्या कालव्यावरील उपकरणाप्रमाणे यातील उपकरण कालव्याच्या पायट्यावरच्या रूळावरून नेण्यात आलेले नाही. पोलादी पात्राने उतार व रेषेशी सरक फर्म्याचे अस्तर-यंत्र धरून ठेवण्यात आले आहे व ह्या पात्राचा आकार कालव्याच्या छेदाशी जुळणारा आहे. पात्राच्या पाठीमागे आणि सरक फर्म्याच्या लागलीच अगोदर काँक्रीटचे मिश्रण एकसारखे पसरण्याकरिता एक आडवी कप्पे असलेली



आ. १४१

ॲरिझोनातील गिला प्रकल्पातील एका लहान कालव्याचे खोदकाम. कालवा एका चालीत खोदला जातो. PX–D–33037

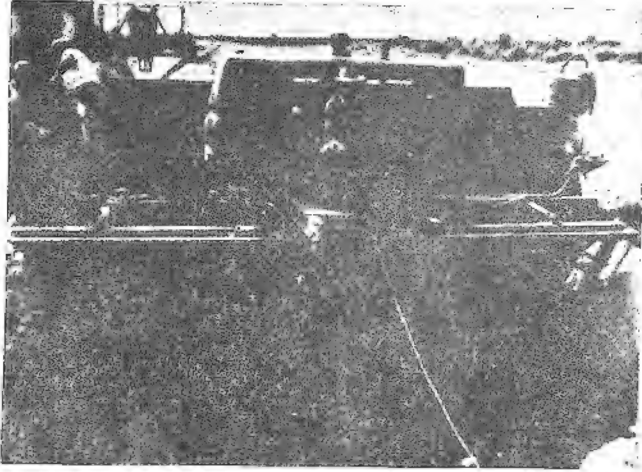
द्रोणी आहे. संपूर्ण यंत्र जसजसे पुढे ओढण्यात येते तसतसे ट्रकवर बसविलेल्या मिश्रकांतून सरक फर्म्यात कॉंक्रीट पुरविण्यात येते. आंतरिक स्पंदनासह अथवा त्यांच्याशिवाय ही यंत्रे वापरण्यात आली आहेत. बऱ्याचशा उदाहरणांत जेव्हा आंतरिक स्पंदन करण्यात आले तेव्हा अस्तराच्या जाडीवर नियंत्रण ठेवणे अवघड गेले. त्याचे कारण बहुधा कालव्याच्या तळाशी यंत्र धरून राहण्याइतक्या वजनाचा त्याच्यावर अभाव असावा. वाढत्या प्रमाणात जाड अस्तर घालण्याच्या प्रवृत्तीमुळे कॉंक्रीटच्या मिश्रणाचे व अवपाताचे अभिकल्पना ही एक अ. १०९ (अ) मध्ये चर्चा केल्याप्रमाणे, क्रांतिक काळजीची बाब होते. अधस्तरावरून यंत्र फिरत असल्यामुळे ते फक्त अप्रबलीकृत अस्तराकरिताच वापरता येते. हाताने जवळजवळ काहीही सफाई करावी लागली नाही इतक्या चांगल्याप्रकारे चांगली कामचलाऊ मिश्रणे (जागेवर) टाकण्यात आली आहेत.



आ. १४२

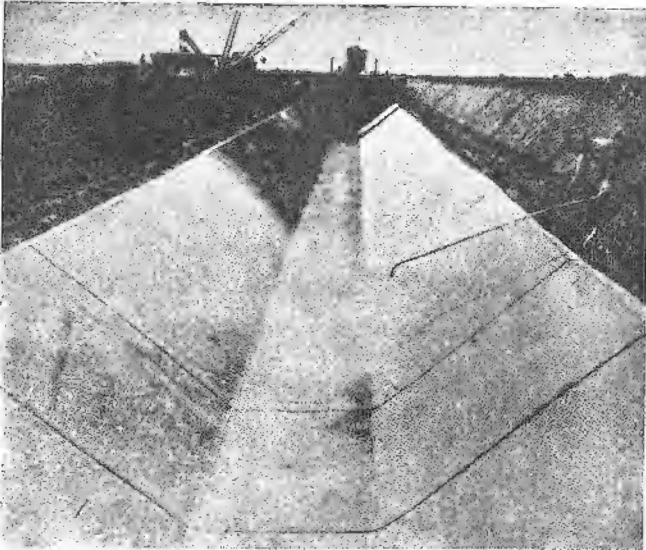
खनित्राच्या मागोमाग येणारे अधस्तर–मार्गदर्शित सरक-फर्म्याचे कॉंक्रीटच्या अस्तराचे यंत्र.
P X – D – 32056

मध्य घाटी आणि कोलोरॅडो बिग थॉम्पसन प्रकल्पावरील मोठ्या कालव्यावर कालव्याच्या अस्तराकरिता वापरलेली सरक-फर्मा यंत्रे आ. १४६, १४७ आणि १४८ मध्ये दिग्दर्शित केली आहेत. कालव्याच्या काठावरून रुळावरून मार्गक्रमण करणारा एका सांगाड्याचा, कार्यकारी मंचक, वितरक पट्ट अगर पात प्रवणिका, पुरवठा करणारी



आ. १४३

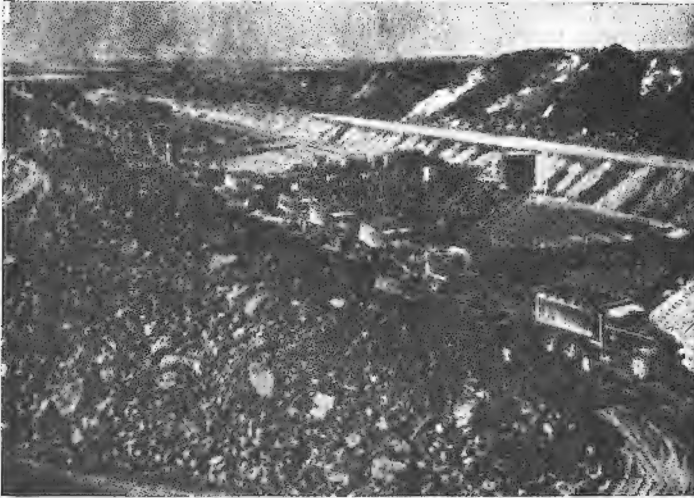
आ. १४२ मधील सरक-फर्म्यांचे पश्च दृश्य.
दाबपत्र्यामुळे हातानी करण्याच्या बऱ्याचशा सफाईचा निरास होतो. PX-D-33039



आ. १४४

मुरवणाला लागणारी आर्द्रता टिकून राहण्यासाठी कालव्याच्या नव्या अस्तरावर
मोहोरबंदी मिश्रणाची फवारणी. PX-D-33040

कप्प्याची द्रोणी, द्रोणीच्या तळातील स्पंदनक नलिका आणि सरक फर्मा, यांना आधार दिलेला असतो. प्रवाहाकडे वाकविलेल्या पोलादी पत्र्याचा सरक-फर्मा बनविलेला असतो व कालव्याच्या तळावर आणि उताराला तो व्यापून रहातो अस्तराच्या तयार पृष्ठभागाशी जुळेल असा त्याला आकार दिलेला असतो. वितरणपट्ट जेव्हा वापरला जातो तेव्हा सरक–फर्म्याच्या पुढच्या कडेला तो बांधण्यात येतो व खड्या उतारावर वरच्या दिशेने कार्यकारी मंचकापर्यंत तो बसविलेला असतो (आ. १४८ पहा). काही यंत्रावर कार्यकारी मंचकावरील नाळक्याच्या अखंड रांगेतून पातप्रवणिकेत पोषण केले जाते. त्यातील प्रत्यक नाळक्यांतून खाली असलेल्या द्रोणीच्या कप्प्यात पुरवठा करण्यात येतो. (आ. १४६ व १४७ पहा). पुढच्या बाजूस असणाऱ्या माणसांना मागच्या बाजूच्या माणसांच्याशी सहजपणे दळणवळण ठेवता येते हा ह्या संरचनेचा फायदा आहे. पुढे मागे जाणाऱ्या गाडीतून कार्यकारी मंचकावर सामान्यत: कॉंक्रीट ओतण्यात येते आणि वितरणपट्ट अगर पात प्रवणिकांच्या सहाय्याने खाली असलेल्या द्रोणीकडे ते वळविण्यात येते.

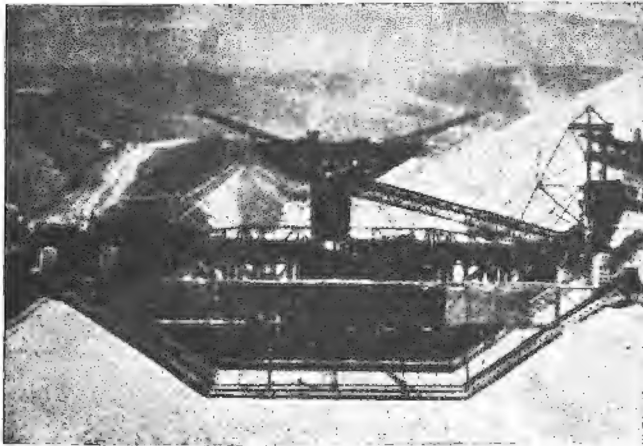


आ. १४५

वॉशिंग्टनमधील कोलंबिया घाटी प्रकल्पातील ईस्ट लो कालव्याच्या संरचनेचा आराखडा. काटछाट करणे, अस्तर टाकणे, चऱ्या पाडणे आणि मोहोरबंदी मिश्रण लावण्याकरिता स्वतंत्र जंबो वापरण्यात येतात. कालव्याच्या पायट्यावर वाट्यांचे ट्रक व मिश्रक ठेवले आहेत.

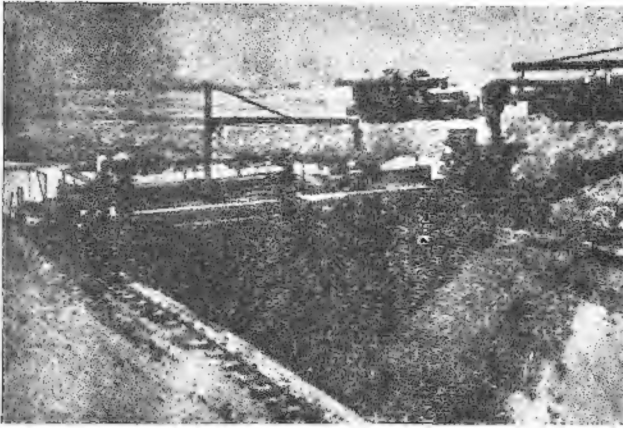
PX–D–32055

द्रोणीच्या तळातून आणि सरक फर्म्याच्या खाली जसजसे कॉंक्रीटचे वितरण केले जाते तसतसे फर्म्याच्या पुढच्या कडेच्या काही थोडे इंच पुढे आणि त्याला समांतर स्पंदन नलिकेने त्याचे दृढीकरण करण्यात येते. जसजसे कॉंक्रीट सरक फर्म्याच्या खालून जाते तसतसे त्याचे दृढीकरण साध्य केले पाहिजे. अस्तराच्या यांत्रिक स्पंदनी सरक-फर्म्याने योग्य प्रकारे दृढीकरण करता येत नाही. याचे कारण बहुधा त्यातील पोकळ्या भरण्या– करिता जरूर असलेले जादा कॉंक्रीट पुरविण्यासाठी लागणाऱ्या मार्गाचा अभाव हे असावे. सरक फर्म्याच्या अनुगामी कडेची पातळी सामान्यपणे पुढील कडेच्या पातळीच्या काहीशा खाली आयोजित करण्यात येते. ह्या तरतुदीमुळे दृढीकरणात सुधारणा आणि कॉंक्रीटचा आकार अधस्तराशी अधिक निकट जुळण्याकडे कल निर्माण होतो जर मागील कड फार खाली राहील अशी ठेवली तर पृष्ठभाग गुळगुळीत होण्याऐवजी फाटून जातो. काही यंत्रावरून सरक फर्म्याच्या मागोमाग काही थोडया फुटावर १८ ते ३० इंच रुंद " इस्त्री करणारा " पट्ट फिरविण्यात येतो. (आ. १४८ पहा). त्यामुळे अनुकूल परिस्थितीत किंचित् अगर काहीही उपचार करावे लागत नाहीत असा पृष्ठभाग तयार होतो. एका कामावरील बाजूच्या उतारावरील प्रबलीकरण शिगांच्या विरुद्ध ढिलेपणामुळे निर्माण झालेले फुगवटे व किंचितशा लाटा टळकपणे दिसणार नाहीत अशा करण्यास ह्या इस्त्रीचा उपयोग झाला.



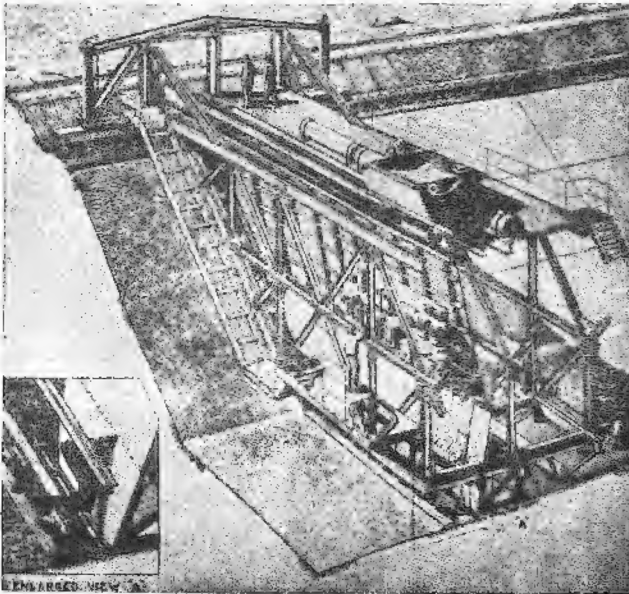
आ. १४६

कॅलिफोर्नियातील मध्यघाटी प्रकल्पातील डेल्टा मेंडोटा कालव्यावरील खनित्राच्या मागून जाणारे पातप्रवणिका बसविलेले अजस्र सरक–फर्मा–अस्तर यंत्र. DM–652–CV



आ. १४७

कॅलिफोर्नियांतील सॅलॅनो प्रकल्पावरील पूटा दक्षिण पोषक कालव्याच्या बाजूने जात असलेले पात प्रवणिका बसविलेले अस्तर यंत्र. So-2652-R2

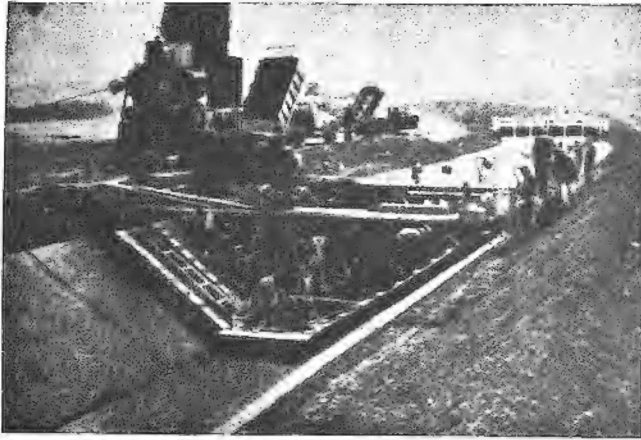


आ. १४८

कॅलिफोर्नियातील मध्यघाटी प्रकल्पातील डेल्टा-मेंडोटा कालव्यावर चालू असलेले वितरक पट्ट आणि इस्त्री बसविलेले कालव्यावरील अस्तराचे यंत्र. PX-D-33038

मोठ्या प्रमाणावर कार्यक्षमतापूर्वक कालव्याची संरचना करण्यास एकामागून एक करण्यात येणाऱ्या क्रियात काळजीपूर्वक एकसूत्रता ठेवावी लागते. आ. १४५ मध्ये अस्तराच्या यंत्रामागून अगदीजवळ काटछूट यंत्र, त्यांना लागणाऱ्या वाट्यांचा ट्रक आणि मिश्रकासह, कालव्याच्या पायट्यावरून नेण्यात येत आहे आणि अग्रभागी ट्रकच्या लगेच मागून चाऱ्या पाडण्याचे आणि मुरवणाचे जंबो नेण्यात येत असल्याचे दिसून येईल.

मध्यम आणि लहान कालवे व पार्श्विकावर अलिकडे वापरण्यात येत असलेल्या अस्तर यंत्राच्या आणखी एका प्रकारात तो सुरवंटी मार्गावर बसवून चालविण्यात येतो यंत्रात कॉंक्रीटचे वितरण करण्याच्या दृष्टीने हा प्रकार रूळावर आधारलेल्या प्रकाराच्या अगदी सारखाच आहे. यंत्राच्या पुढे असलेल्या नियंत्रण केंद्रावरून तो जलीय शक्तीने चालविला जातो व त्याने मार्गदर्शन करण्यात येते. अनुभवी परिचालकांच्या सहाय्याने तो उत्तम प्रकारचे अस्तर टाकू शकतो. ज्या पायट्यावरून यंत्राचा मार्ग जावयाचा असतो ते पायटे योग्य प्रमाणात साफ ठेवण्याची काळजी घेतली पाहिजे आणि रेषा व उतार यात फरक होऊ नये म्हणून बारकाईने निरीक्षण करीत राहिले पाहिजे. (आ. १४९ पहा).



आ. १४९

कॅलिफोर्नियातील सोलॅनो प्रकल्पावरील पूटा दक्षिण कालव्यावर चालू असलेले सुरवंटी मार्गावर बसविलेले अस्तर यंत्र. So-3694-CV

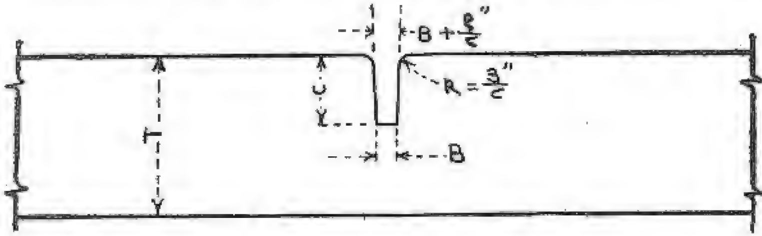
(ई) संकुचन जोड

कॉंक्रीट अजून सुघट्य असतानाच लादीच्या माथ्यावर खाचा पाडून कालव्याच्या अस्तरात आडव्या संरचन-जोडांची तरतूद करण्यात येते. यामुळे संकुचन भेगा बऱ्याच प्रमाणात ह्या खाच्यात मर्यादित होतात, कारण त्या ठिकाणी कॉंक्रीटची जाडी कमी करण्यात

आलेली असते. ज्या ठिकाणी अस्तरित परिसीमा ३० फूट अगर त्यापेक्षा जास्त असते (विशेषत: जी अप्रबलित असतात) अशा मोठाल्या अस्तरात अनुदैर्घ्य जोडांचीही तरतूद करण्यात येते; ह्यामुळे आडव्या दिशेने संकुचनामुळे निर्माण होणाऱ्या चिरांवर नियंत्रण ठेवता येते. सरळपट्टीच्या बाजूने हाताने अगर यांत्रिक सुरीने अगर काटयंत्राने काँक्रीटमध्ये दाबून आणि स्पंदन करून आडव्या खाचा पाडण्यात येतात. सरक फर्म्याच्या पाठीमागे जोडलेल्या स्थिर आणि परिभ्रामी काटयंत्राने अनुदैर्घ्य खाचा पाडण्यात येतात. खाचा पाडण्याचे उपकरण काढून घेतल्यानंतर सुघट्टच काँक्रीटमध्ये खाचा नेहमी टिकून राहतीलच असे नसल्याने काँक्रीटचा आकार टिकून राहील इतके ते घट्ट झाल्यावर विनिर्दिष्ट मापात खाचाना पुन: आकार देण्यात येतो.

खाचा पाडण्याची हत्यारे झिजून जात असल्याने सुरवातीला त्यांची मापे जरूरीपेक्षा जास्त असावीत. निरीक्षकांनी खाचांची खोली आणि तळातील रुंदी वारंवार तपासावी.

कालव्यांतील अप्रबलित काँक्रीटच्या अस्तरांतील आडव्या खाचांचा तपशील.



T लादीची जाडी (इंच)	B खाचेची रुंदी (इंच)	C खाचेची खोली (इंच)	मध्य बिंदूच्यामधील खाचांतील अंदाजी अंतर (फूट)
२	१/४ ते ३/८	५/८ ते ३/४	१०
२ १/२	१/४ ते ३/८	३/४ ते ७/८	१०
३	३/८ ते १/२	१ ते १ १/८	१२ ते १५
३ १/२	३/८ ते १/२	१ १/८ ते १ १/४	१२ ते १५
४	३/८ ते १/२	१ १/४ ते १ ३/८	१२ ते १५

अप्रबलित काँक्रीटच्या निरनिराळ्या जाडींच्याकरिता लागणाऱ्या आडव्या खाचांची रुंदी, खोली व अंदाजी अंतरे आ. १५० मध्ये दिली आहेत. प्रबलित काँक्रीटमधील आडव्या खाचा अप्रबलित अस्तरातील खाचांच्या सारख्याच असतात. फरक इतकाच की त्यांची किमान मापे विनिर्देशित केलेली असतात आणि खाचातील अंतर अंदाजी १६ फुटापर्यंत वाढविता येते.

प्रबलित अगर अप्रबलित अशा दोन्हीही काँक्रीटच्या अस्तरांच्या मधील अनुदैर्घ्य खाचांच्या अंतराकरिता निश्चित स्वरूपात मार्गदर्शक पद्धती प्रस्थापित करणे शक्य नसते. ज्या ठिकाणी अस्तरांची संरचना टप्प्याटप्प्यांनी करण्यात येते व जेथे प्रथम कालव्याच्या बाजूच्या उतारावर यंत्राने काँक्रीट टाकले जाते आणि नंतर ते तळात टाकण्यात येते अशा ठिकाणी हे विशेषत: लागू असते. अशा प्रकारची संरचना केली असता अनुदैर्घ्य खाचांचे स्थान अशा तऱ्हेने ठरविण्यात येते की त्यामुळे अस्तराचे बाजूचे उतार व त्याचा तळ यांच्या दरम्यान संरचन-जोड तयार होतो. अनुदैर्घ्य संरचन जोडांची तरतूद न करता ३० फुटापासून ५० फुटापर्यंत परिसीमा असलेल्या काँक्रीटच्या अस्तरात प्रत्येक बाजूच्या उतारांच्या तळाशी अनुदैर्घ्य खाचांची सामान्यत: तरतूद केलेली असते. ह्यापेक्षा जास्त परिसीमेच्या अस्तराकरिता बाजूच्या उतारावर सुमारे ½ अंतरावर अतिरिक्त खाचा सामान्यत: पाडण्यात येतात. प्रबलित अस्तराकरिता अनुदैर्घ्य खाचांची संख्या कमी करण्यात येते व हे वापरलेल्या प्रबलीकरणाच्या मात्रेवर अवलंबून असते आ. १५० मध्ये दाखविल्याप्रमाणे अनुदैर्घ्य खाचांना आकार देण्यात येतो.

कालव्याच्या अस्तरांच्या सामान्य बांधणीत खाचा उघड्या ठेवण्यात येतात, तथापि जर उच्च प्रमाणात जलरोधकता हवी असेल तर काँक्रीटचे मोहोरबंदी मिश्रण लावण्या-पूर्वी अगर कालवा चालू करण्याच्या किंचित् अगोदर खाचांची मोहोरबंदी करावी. ब्यूरोत वापरण्यात येणारे जोडांची मोहोरबंदी करणारे मिश्रण हे तयार केलेले पूर्व मिश्रित रबरी रूमामस्तकी मिश्रण असते व ते कालव्याच्या काँक्रीटच्या अस्तरांच्या जोडांना लावण्या-करिता आधीच मिश्रित केलेले, थंड असतानाच लावण्याचे, रबरी मोहोरबंदी मिश्रणांच्या ता. २५ फेब्रुवारी १९६० च्या विनिर्देशांशी " जुळणारे असते. ह्या द्रव्यांत पूर्वी विनिर्देशित केलेल्या दोन घटकांच्या रूमामस्तकी मिश्रणापेक्षा सुधारणा केल्या आहेत. प्रमाणीकरण करावे लागत नाही आणि अगदी थोडे मिश्रण करावे लागते अगर ते मुळीच करावे लागत नाही ह्या त्या सुधारणा आहेत. शिवाय प्रयोग शाळेत अगर क्षेत्रीय चाचण्या करताना हे मिश्रण दोन घटकांच्या रूमामस्तकी मिश्रणापेक्षा जास्त टिकाऊ असते.

खाचांतील जोडांची रूमामस्तकी मोहोरबंदी करण्याच्या उपकरणांचे अनेक प्रकार उपलब्ध आहेत. पूर्वी विनिर्देशित केलेल्या दोन घटकांचे रूमामस्तकी मिश्रण टाकण्याकरिता वापरण्यात आलेल्या, ज्या मेगा बुजवणाऱ्या बंदुकीनी चांगले काम दिले त्या, बंदुकी आधी तयार केलेल्या रूमामस्तकी मिश्रणांनाही उपयोगी पडतात. लहान प्रमाणात ते लावण्या-करिता हातांनी चालवावयाचे पंप उपलब्ध आहेत. ५ गॅलन क्षमतेच्या भांड्याचे ते बनविलेले

असतात, त्यावर दोन माणसे काम करतात. एक पंपाचा दांडा चालवितो आणि दुसरा तोटी धरून ठेवतो. मोठ्या कामावर ४८ स १ गुणोत्तर असलेला भारी कामाचा, पीप स्वच्छ करण्याच्या उपकरणांनी सुसज्जित केलेला असा, दुतर्फी पंप वापरात आहे. तो ५५ गॅलन द्रव्य असलेली पिपे वापरण्याकरिता अतिशय उपयुक्त होतो. तोटीच्या तोंडाचा आकार असा असावा की मोहोरबंदी करावयाच्या खांचांच्या तळात ते सहज बसवता यावे.

भराईचे काम चालू असताना जोडाच्या तळाच्या नजीक तोटीचे तोंड राहू द्यावे. त्यामुळे तळातून वरच्या बाजूकडे भराई करता येते व हवेचे बुडबुडे अडकून राहण्यास अडथळा होतो. खाचा एकसारख्या आणि संपूर्णपणे भरण्यात याव्यात आणि मुद्रक भोवतालच्या कॉंक्रीटच्या जराशा वरच्या बाजूस उंच ठेवावा. त्यामुळे संकुचन आणि अवसादनाची भरपाई होते. कॉंक्रीट टाकण्याच्या वेळीच जेव्हा जोडाचा मुद्रक लावण्यात येतो तेव्हा अभिकल्पित आकाराशी आणि अनुप्रस्थ छेदाशी जोड प्रत्यक्ष जुळतात अगर कसे आणि खाचात मुक्त जल राहिलेले नाही याची निरीक्षकाने तपासणी करावी. कॉंक्रीटचे पूर्णपणे मुरवण झाल्यावर ते लावावयाचे असेल तर मुद्रक ठेवण्यापूर्वी खाचांतून सर्व बाह्य पदार्थ विषेषतः कॉंक्रीटचे मुरवण मिश्रण काढून टाकावे. वालुक्षेपण ही सामान्यपणे सर्वात जलद परिणामकारक, आणि काटकसरीची, खांचांची योग्य प्रकारे स्वच्छता करण्याची पद्धत असते.

रूमामस्तकी पूरकाच्या आणविलेल्या प्रत्येक गटामधून सरकारी प्रतिनिधीने परिशिष्टातील ३९व्या पदसंज्ञेस अनुसरून नमुने घ्यावेत, आणि त्यातून निवड करून ते वापरण्यापूर्वी चांचणीकरिता आणि मान्यतेकरिता डेन्व्हर प्रयोग शाळांकडे पाठवून द्यावेत. जेव्हा जेव्हा शक्य असेल तेव्हा तेव्हा प्रकल्पावर द्रव्य आल्यावर कामात खोटी होऊ नये म्हणून मूल-स्थानापाशीच अंतीम तपासणीची व्यवस्था करण्यात यावी.

कालव्याच्या अस्तरांचे कॉंक्रीट आणि चुन्यामधील विस्तरण जोड सामान्यपणे अस्तरे आणि संरचनांच्या दरम्यानच्या संगमाजवळ असतात. जेव्हा ते वापरावयाचे असतात तेव्हा नकाशामध्ये त्या जोडांच्या तपशीलांचा समावेश केलेला असतो.

११० – पूर्वनिर्मित कॉंक्रीटचा नळ

(अ) सामान्य चर्चा

कालव्याचे सायफन आणि भूम्यंतर्गत वितरण व्यवस्था यांच्याकरिता पूर्वनिर्मित कॉंक्रीटच्या नळांचा व्यापक उपयोग करण्यात येत आहे. एकसंघ कॉंक्रीटच्या संरचनांच्या बाबतीत जितके लक्ष देण्यात येते त्यापेक्षा किंचितही कमी लक्ष असे पूर्वनिर्मित नळ तयार करताना देऊन चालणार नाही. ह्या कारणाकरिता ब्यूरोच्या विनिर्देशात विकसित केल्याप्रमाणे नळ तयार करण्यात येत असताना संयंत्रावर नियंत्रण ठेवता येते. कॉंक्रीटच्या मिश्रणाच्या अभिकल्पनेकडे, ते नळात टाकण्याकडे, आणि त्याच्या मुरवणाकडे योग्य ते लक्ष दिल्यानंतर नळ विनिर्दिष्ट भौतिक चांचण्या पार करतील याबद्दल काळजी करण्याचे फारच थोडे कारण असते, आणि नळांची खर्चिक आणि अनिष्ट दुरुस्ती कमीत कमी करावी

लागते. ज्यावेळी दुरुस्त्यांची जरुरी लागेल तेव्हा त्या आ. १४१ मध्ये दिलेल्या तरतूदींच्या प्रमाणे कराव्या.

जेव्हा लहान राशींचा संबंध येतो व संयंत्रावर नियंत्रण करणे शक्य नसते अगर ते समर्थनीय ठरत नाही तेव्हा नळ जर विनिर्दिष्ट भौतिक चांचण्यांतून पार पडला तर तो स्वीकृत करावा. तपासणी आणि द्रव्ये याकरिता असलेल्या अमेरिकेतील संस्थेने पुरविलेल्या मानक विनिर्देशांसारखे विनिर्देश कॉंक्रीटचे नळ तयार करताना आणि त्यांची तपासणी करताना वापरण्यात येतात. तथापि सिमेंटचा प्रकार, प्रवली करण्याच्या गरजा अगर मुरवण यातील फरकातील विशिष्ट कारणाकरिता ह्या विनिर्देशात पुष्कळ वेळा बदल केला जातो.

पूर्वनिर्मित कॉंक्रीटचा नळ हा ओतलेले अपकेंद्रित, फिरवलेले, ठोकलेले वेष्ठणशीर्ष असलेले, पूर्वनिर्मित आणि रूळाने संदाबित केलेले ॲसबेस्टॉस सिमेंट आहे असे त्याचे वर्गीकरण करता येईल.

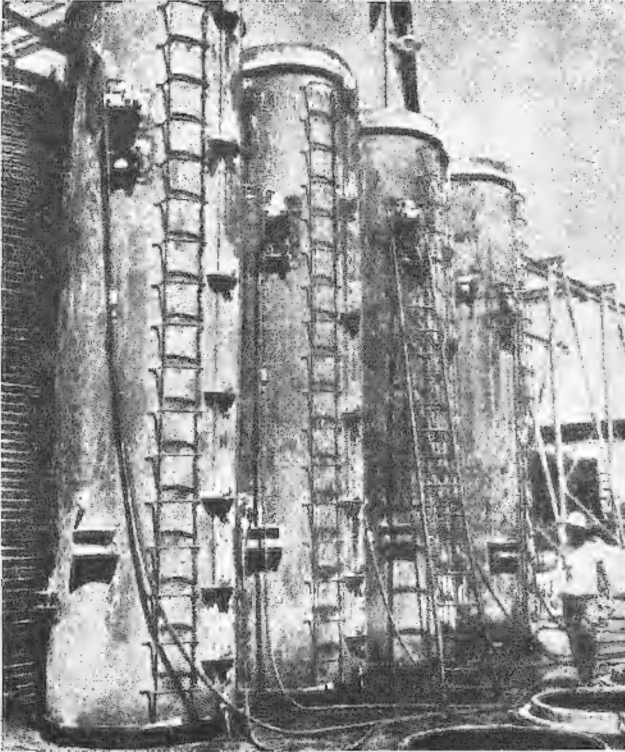
(आ)-ओतलेला नळ

(सामान्यपणे ४८ इंच अगर जास्त व्यासाचा) कॉंक्रीटचा नळ फर्म्यांत ओतण्याच्या संबंधात सामान्य फर्म्यांत अंतिम कॉंक्रीट टाकण्याच्या संबंधी जे निवेदन करण्यात आले आहे त्यात भर घालण्यासारखे फारसे नाही. त्या प्रकरणात फर्मे, ओतणे आणि स्पंदन ह्यांना लागू असलेल्या बाबींच्यापैकी बऱ्याचशा येथेही लागू आहेत आणि त्यांचे कॉंक्रीटचे नळ ओतण्याच्या संबंधात पुनर्विलोकन करावे. सॅनडिगो जलसेतु आणि कॅच्यूमा प्रकल्पातील असे नळ तयार करण्यातील अनुभवावरून निश्चितपणे सिद्ध झाले आहे की पृष्ठभागावर कमीत कमी पोचे व हवेचे बुडबुडे असलेला उच्च दर्जाचा नळ तयार करण्यातील गुपित म्हणजे दर मि. स. ८००० कंपनापेक्षा जास्त वारंवारता असताना फर्म्याच्या स्पंदन-आयामाचा भरपूर वापर करणे हे आहे. (आ. १५१ पहा).

कॉंक्रीटचा नळ ओतताना जास्त वाळू असलेली मिश्रणे अतिशय आर्द्र वापरण्याकडे आणि मिलाव्यातील कमाल आकार प्रमाणापेक्षा लहान ठेवण्याकडे कल असतो. फिरणाऱ्या चौकोनी दंडानी कॉंक्रीटवर काम करण्याच्या पूर्वीच्या पद्धतीत अशा मिश्रणांची गरज भासत असेल, परंतु पुरेशा उच्च वारंवारतेच्या कंपनांचा वापर करणे आता शक्य असल्याने उच्च दर्जाच्या नळाच्या निर्मितीस (अशी मिश्रणे) हानिकारक असतात. अवपात, विशेषतः नळाच्या छेदांच्या वरच्या टोकाकरिता, ३ इंचापेक्षा जास्त असू नये; तो ३ इंचापेक्षा कमी असणे अधिक पसंत असते. वाळूची नेहमीची टक्केवारी पुरेशी असते. सॉल्ट लेक शहरातील जलसेतूकरिता वापरलेल्या ६९ इंची नळाच्या २० फूट लांबीच्या, ७ इंची कवचाकरिता $1\frac{1}{2}$ इंच कमाल आकाराचे कंकर वापरून उत्तम परिणाम प्राप्त करता आले व जेव्हा $\frac{3}{4}$ इंची कंकर वापरला तेव्हाच्यापेक्षा ते जास्त चांगले होते. $1\frac{1}{2}$ इंच आतील कवच आणि $4\frac{3}{4}$ इंच बाहेरील कवच असलेल्या १६ फूट लांबीच्या ४८ इंची नळांच्या सॅनडिगो जल-

सेतूच्या पहिल्या पींपाकरिता $1\frac{1}{2}$ इंची कमाल आकाराचा कंकर पूर्णतया यशस्वी रीतीने वापरण्यात आला. पोलादी नळकांडे आणि आतील फर्मा यांच्यामधील पूर्ण उघडलेल्या द्वाराच्या जरी ८६ टक्के कंकराचा आकार होता तरी ओतकाम करताना काहीही अडचण भासली नाही आणि दोन भिन्न मिश्रणे वापरण्यात होणारा खोळंबा आणि असुविधा टाळता आल्या.

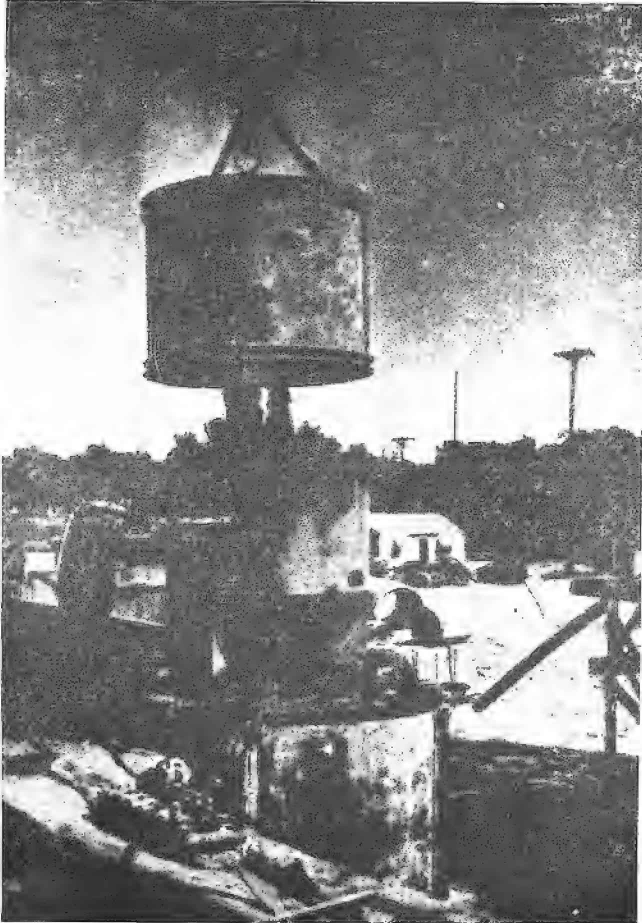
खोल उभारात घाईने कॉंक्रीट टाकू नये तर ते फर्म्यांत जात असताना नळाच्या भोवती कॉंक्रीटचे सारखे वितरण होईल अशा प्रकारे तवत्याच्या अगर कोनाच्या परिसरातून स्पंदन होत असलेल्या फर्म्यांत त्याचे सावकाश पोषण करावे (आ. १५२ पहा.) एकाच वेळी



आ. १५१

५४ इंच व्यासाचा २० फूट लांबीचा नळ ओतणे. दर नळाला २ स्पंदनक लावून कॉंक्रीटचे दृढीकरण करण्यात येते. PX – D – 33052.

अनेक लांबीचे नळ ओतून निर्मिती चालू ठेवता येते. फर्म्यात काँक्रीट जात असताना आणि जोपर्यंत धारित वायूचे बुडबुडे कॉंक्रीटच्या बाहेर येत आहेत तोपर्यंत स्पंदन चालू ठेवावे

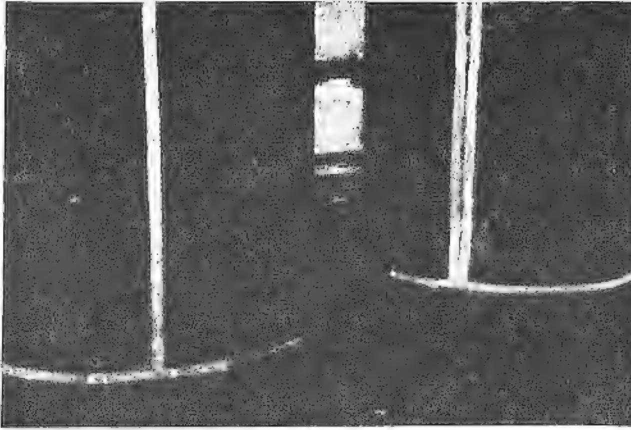


आ. १५२

कोनाकार पृष्ठभागावर एकसमान मंद प्रवाह सोडून काँक्रीट टाकणे. (कॉंक्रीट) टाकण्याच्या बारडीच्या निर्गमद्वारावरील तितली झडपेचे हाताने चालन आणि अखंड स्पंदन प्रवाहाचे नियंत्रणाकरिता वापरले जाते. ह्या छायाचित्रातील वरील बाजूची बारडी, (कॉंक्रीट) टाकण्याच्या बारडीकडे कॉंक्रीट वाहून नेण्याकरिता, वापरण्यात येते. PX-D-33526

परंतु जर प्रमाणापेक्षा जास्त स्पंदन होऊ द्यावयाचे नसेल तर वरीलपेक्षा जास्त वेळ ते चालू ठेवू नये· नळाच्या फर्म्यांची भराई पुरी झाल्यानंतर स्पंदनाकडे विशेष लक्ष द्यावे कारण प्रमाणापेक्षा जास्त स्पंदनामुळे भरड मिलाव्याचे अवस्थापन होते आणि पाणी व हवा वर चढते, परिणामी नळ कमकुवत होतो व त्याचे नरतुंड भंगूर होते. ह्या कारणाकरिता ओतलेल्या नळाच्या कॉंक्रीटमधील धारित वायु २·५ टक्क्यापेक्षा जास्त असू नये.

नळाच्या लांब छेदाकरिता, खालच्या स्पंदकाच्या बऱ्याच वर कॉंक्रीटची पातळी चढली की ते थांबविणे उचित असते. वरच्या टोकापाशी पृष्ठभागावर काही थोडे पोचे पडणे आणि हवेचे बुडबुडे असणे हे अतिशय स्पंदनामुळे निर्माण झालेल्या कनिष्ट प्रकारच्या कॉंक्रीटपेक्षा कमी आक्षेपार्ह असते.



आ. १५३

ओतींव नळांचे फर्मे. फर्म्यांच्या सांध्यात जर गच्च गास्केटे वापरली नाहीत तर आतल्या फर्म्यातील दरवाजे आणि आधार–बांगड्याशी असलेले जोड, कॉंक्रीट टाकण्याचे काम संपूर्ण होईपर्यंत घट्ट चिकटून राहतील असे, २ इंची कापडी फितीने मोहोरबंद करावेत. कागदी फीत पूर्ण समाधानकारक असत नाही. P X – D – 34610

जेव्हा फर्मे काढण्यात येतात तेव्हा ओतलेल्या नळाच्या वरच्या टोकात स्थूलमानाने क्षैतिज अवस्थापन चिरा बऱ्याच वेळा दृष्टीस पडतात. ज्या ठिकाणी अनुदैर्ध्य शिगांशी प्रत्येक चक्र वेल्ड केलेले असते अगर जेथे पोलादी नळकांडी जोडाच्या बांगड्यांना वेल्ड केलेली असतात तेथे ह्या चिरा सामान्यतः आढळून येतात. अशा चिरा नळाच्या खालच्या भागात क्वचितच दिसतात कारण अनुवर्ती उभारांचे (कॉंक्रीट) टाकण्याच्या वेळी पुनः स्पंदन केलेले असते. कॉंक्रीटचे स्पंदन करून सुघट्यता पुनः प्राप्त करता येणार नाही

इतके ते घट्ट बनण्यापूर्वी किंचित् अगोदर ते पुनः स्पंदन करून वरच्या भागातील चिरांचा निरास करता येतो. जर स्पंदन पुनः जास्त लवकर केले तर काहीसे अवस्थापन पुनः घडते आणि पुनः स्पंदनात जितका विलंब लावता येईल तितका लावल्यावर जितके चांगले परिणाम प्राप्त करता आले असते तितके चांगले परिणाम अशा वेळी प्राप्त होत नाहीत.

स्पंदनावर दिलेला हा जोर लक्षात घेता हे अवश्य असते की फर्मे पूर्णपणे गच्च बसणारे असावेत; नाहीतर फर्म्यांची नळकांडी बंद करण्याच्या दरवाजांच्याजवळ आणि फर्मे व आधार बांगडी यांच्या दरम्यान जेथे चुना झिरपलेला असतो तेथे वाळू आणि कंकराचे आक्षेपार्ह फराटे दिसून येतात. (आ. १५३ व १५४ पहा).



आ. १५४

चुना निघून गेल्यामुळे निर्माण झालेल्या १ इंच खोल छिद्रात पेन्सील घालून गळक्या फर्म्याचा परिणाम दाखविणारे छायाचित्र. PX-D-34611

काँक्रीटच्या पूर्व शक्तीसंबंधी आणि बाष्प मुरवणासंबंधी माहिती अनुक्रमे ९ व्या आणि १२६ व्या विभागात मिळेल.

(इ) अपकेंद्रीय पद्धतीने फिरवून तयार केलेला नळ

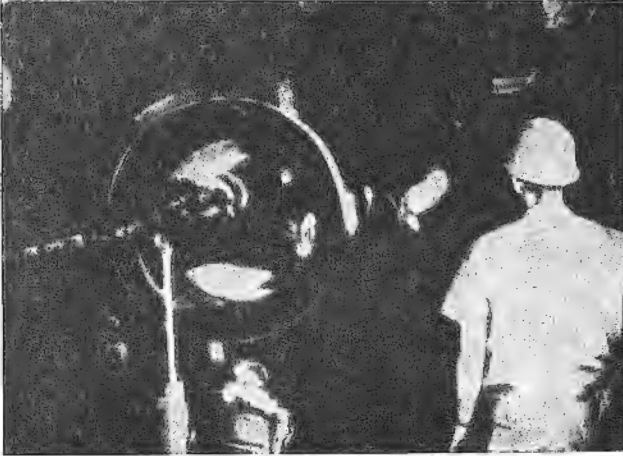
(सामान्यपणे ४२ इंच आणि त्यापेक्षा कमी व्यासाचा)

प्रबलित काँक्रीटचा नळ तयार करण्याच्या एका लोकप्रिय पद्धतीत काँक्रीट फिरत असताना टाकता यावे आणि अपकेंद्रीय बलाने संदाबित करता यावे म्हणून बाहेरील फर्मा अतिशय शीघ्र गतीने क्षैतिज अवस्थेत परिभ्रामित करण्यात येतो. अपकेंद्रीय बलाबरोबरच संदाबनात वापरण्यात येणारे सामान्य बदल, आतील बाजूच्या पृष्ठभागातील काँक्रीटचे,

(नळ) फिरत असताना, वाफेच्या रूळाने प्रत्यक्ष संदाबन आणि स्पंदन, हे होत. (आ. १५५ व १५६ पहा.)

तयार करण्याच्या अपकेंद्रीय पद्धतीत फर्म्यांत कॉंक्रीट टाकण्याची राशी आणि टाकण्याच्या प्रकार असा असावा की, नळाच्या संपूर्ण लांबीत आतील व्यासात किमान फरक असताना त्याच्या बाजू विनिर्दिष्ट जाडीच्या झाल्या आहेत अशी खात्री मिळेल. (आ.१५७ पहा). फिरण्याचा काल आणि गति, फिरणे थांबले असताना कॉंक्रीटमध्ये दलदल होणार नाही इतकी, पुरेशी असावी. कॉंक्रीटच्या संपूर्ण वितरणाची आणि आतला पृष्ठभाग एकसारखा होण्याची खात्री राहाण्यास ह्या आवश्यकता सामान्यपणे जरूरीपेक्षा जास्त प्रमाणात पुरेशा असतात. साय, चिखलचेंडू, तरणाश्म आणि आतले सूक्ष्मकण जर आतल्या पृष्ठभागावर आढळून आले तर हलक्या हाताने ब्रश करून, खरडून अगर थापी फिरवून काढून टाकावेत. मुरवण केलेल्या नळावर खोल खुणा दिसतील इतक्या जोराने ब्रश मारण्यास अगर थापी फिरवण्यास अनुज्ञा देऊ नये.

अपकेंद्रीय (पद्धतीने) फिरवून तयार केलेल्या नळातील मिलाव्याचा कमाल आकार व मिश्रणातील प्रमाणे तुलनीय व्यासाच्या ओतलेल्या नळाकरिता वापरण्यात येतात त्यांच्या सारखीच सामान्यतः असतात. तथापि (या कॉंक्रीटची) संघनता काहीशी जास्त शुष्क



आ. १५५

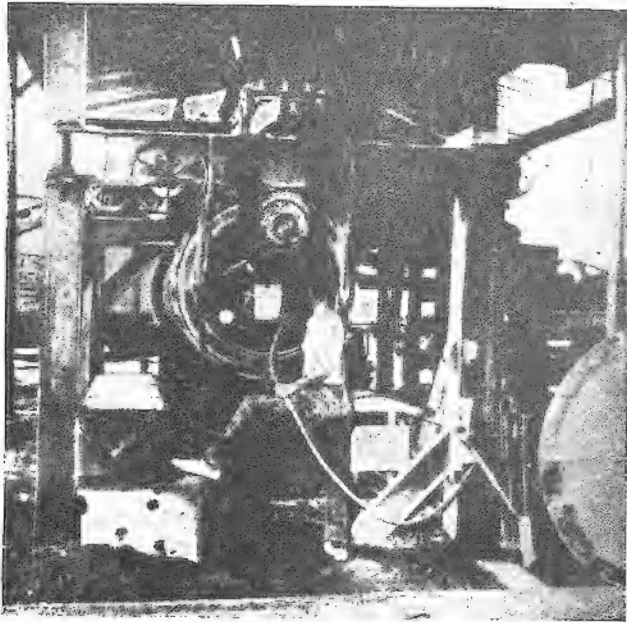
कॉंक्रीटचा नळ तयार करण्याची अपकेंद्रीय पद्धति. ह्यात सुद्धा पोलादी रूळाने दाबून व यांत्रिकी स्पंदन करून प्रत्यक्ष कॉंक्रीटचे संदाबन करण्यात येते.

P 830 - D - 17221

असते व तिची मर्यादा शून्यापासून $1\frac{1}{2}$ इंच अवपाता इतकी असते. तसेच फिरवून तयार केलेल्या नळाचे मुरवण ओतलेल्या नळाच्या मुरवणाइतकेच असावे.

(ई) ठोकून तयार केलेला आणि वेष्टनशीर्ष नळ

ह्या प्रकारांचा काँक्रीटचा नळ फर्म्यात अतिशुष्क काँक्रीटचे संदाबन करून तयार करण्यात येतो. दोन्ही पद्धतीमध्ये बाहेरचा फर्मा सारखाच असतो आणि तो नळ पूर्ण होताच लगेच त्याला इजा न होता सहज काढतां येईल अशा विभाजित नळकांड्याचा बनविलेला असतो. वेष्टनशीर्ष नळाकरिता आधार बांगडी आणि बाहेरील फर्मा हे स्थिर असतात आणि तीव्र गतीने फिरणाऱ्या नालाने अगर वेष्टनशीर्षाने नळाचा आतील पृष्ठभाग तयार होत असतो. फर्म्यात काँक्रीट जसजसे घालण्यात येते तसतसे ते वेष्टनशीर्षाने जागेवर दाबून बसते आणि नळाच्या आतल्या बाजूवर गुळगुळीत झिलई तयार होते. ठोकून तयार करण्यात येणाऱ्या नळाकरिता आधार बांगडी व बाहेरचा फर्मा फिरते असतात व स्थिर

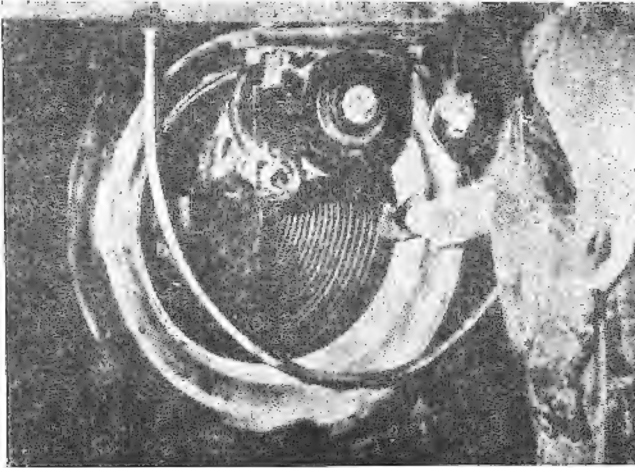


आ. १५६

काँक्रीटचा नळ तयार करण्याची अपकेंद्रीय पद्धति. पोलादी रूळाने काँक्रीटचेही प्रत्यक्ष संदाबन करण्यात आले आहे. P X - D - 34070.

नळकांड्यामुळे आतला पृष्ठभाग तयार होत असतो. फर्म्यात कॉंक्रीट टाकले जात असताना दर मिनिटाला ५०० ते ६०० ठोक्यांच्या वेगाने उभ्या घुमसानी ते संद्राबित केले जाते. सिंचाई आणि निःसारणाकरिता वापरण्यात येणारा नळ, सामान्यपणे, वेष्टनशीर्ष पद्धतीने तयार करण्यात येतो पण सुमारे ३६ इंचापर्यंतचे मोठाले नळ आणि पुलाचे प्रबलित नळ सामान्यपणे ठोकणी पद्धतीने तयार केले जातात.
(आ. १५८, १५९ व १६० पहा).

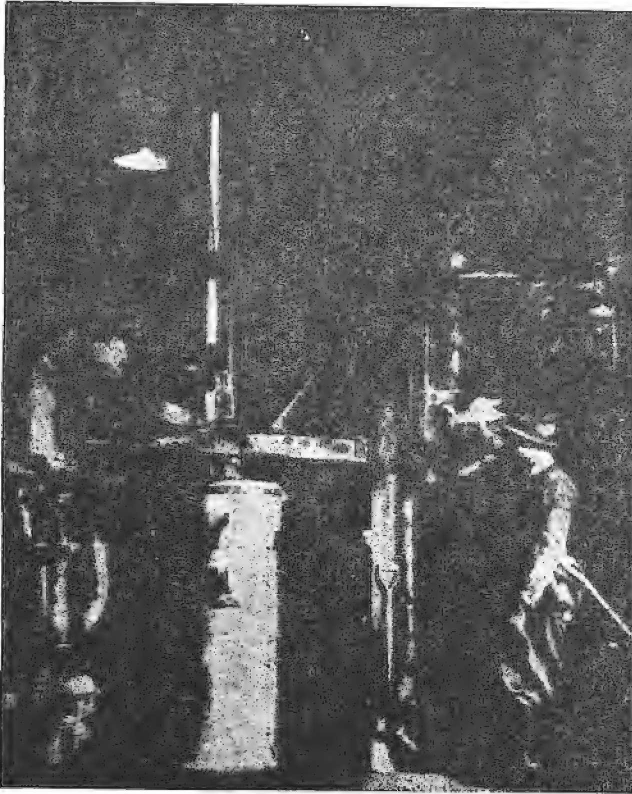
ब्यूरोच्या विनिर्देशाप्रमाणे ठोकून तयार केलेला अगर वेष्टनशीर्ष प्रकाराचा अप्रबलित नळ, कॉंक्रीटच्या सिंचाई नळाच्या मानक विनिर्देशांप्रमाणे, ASTM चिन्ह C १४ स अनुसरून तयार करावा. ज्या ठिकाणी उच्च प्रमाणात टिकाऊपणा आणि दीर्घकाळ काम देईल असे आयुर्मान लागते अशा खोल अधस्तरातील मोऱ्यांचे नळ तयार करण्यात उपयोग करण्याकरिता ब्यूरोने काही फेरबदल केले आहेत ते विचारात घेऊन हे विनिर्देश अमलात आणावेत; आणि ASTM चिन्ह C ७८ या पुलाच्या प्रबलित कॉंक्रीटच्या नळाच्या मानक विनिर्देशास अनुसरून हे प्रबलित नळ तयार करावेत. नळ तयार करताना विनिर्देशाच्या गरजातील ज्या बाबींची पूर्तता करण्यात बऱ्याच वेळा अपयश येते त्यांची चर्चा खाली केली आहे. या उप अनुच्छेदातील यापुढे उल्लेख केलेली सारणी आणि परिच्छेद, ASTM चिन्ह C ७६ संबंधी आहेत. (ASTM चिन्हे C ११८ व C १४ च्या गरजा सारतः सारख्याच आहेत ।



आ. १५७

चल पट्टवाह वापरून नळाच्या फिरणाऱ्या फर्म्यात सारख्या प्रतीचे कॉंक्रीट टाकणे. ही क्रिया फर्म्याच्या डाव्या केंद्राजवळ दिसत आहे. P 830 – D – 17023

शक्ती संबंधीच्या आवश्यकता सारणी I ते सारणी V मध्ये आणि परिच्छेद १९ ते २१त दिल्या आहेत. जेव्हा नळ दिसण्यात सघन आणि बळकट व अन्यप्रकारे संतोषदायक असतात पण शक्तीसंबंधीच्या आवश्यकता त्यात पुऱ्या झालेल्या नसतात तेव्हा सामान्यपणे मिश्रणात पुरेसे सिमेंट नसते अगर नळाचे पुरेशा प्रमाणात मुरवण झालेले नसते आणि दुरुस्तीचे उपाय योजावे लागतात. विनिर्देशांत सिमेंटचा अंश (परि. ८) आणि मुरवण (परि. १७) या दोन्हींच्या किमान गरजांची यादी दिली आहे. ठेक्याच्या कामाच्या सुरवातीस ह्या किमान गरजा पुऱ्या केल्या जात आहेत याची निरीक्षकाने तपासणी करावी. आणि शक्तीच्या गरजा पुऱ्या करण्याकरिता जरूर तर त्यात नंतर वाढ केली आहे का हे पहावे.



आ. १५८

सुमारे १५ इंचापर्यंत व्यासांचे अप्रबलित नळ तयार करण्याच्या वेष्टनेशीर्ष पद्धतीस लागणारे उपकरण. PX-D-34071

सारणी I पासून V अखेर आणि परिच्छेद ६, ९, ११, १२, १३, १५ आणि २५ मध्ये प्रबलीकरणाच्या गरजांची माहिती दिली आहे. निरीक्षकाने या गरजांचे पालन केल्याबद्दलची योग्य ती खात्री करून घ्यावी. नळाची घंटा व नरतुंडांच्यामधील परिघीय प्रबलीकरण कधीकधी उघडे पडते. पोलादाच्या विस्थापनामुळे नळच केवळ कमकुवत होतो असे नाही तर ह्या भागातील कॉंक्रीटच्या योग्य दृढीकरणातही पुष्कळवेळा अडथळा येतो. असे दोष चांगल्या कामगिरीशी अगर विनिर्देशांतील गरजाशी सुसंगत नसल्यामुळे प्रबलीकरण उघडे पडलेला अगर विस्थापित झालेला नळ स्वीकारू नये. मानक प्रबलीकरण केलेला, पातळ बाजू असलेला, यंत्राने ठोकून तयार केलेला नळ, जेव्हा फर्मे काढून घेण्यात येतात तेव्हा प्रबलीकरणाच्या नळकांडी पिंजऱ्यात प्रेरित झालेल्या पिळवणातून मुक्त झाल्यामुळे ठोकणीच्या विरुद्ध पूरण-फर्मा फिरत असताना त्यात (नळात) सर्पिल चिरा विकसित होतात. ह्या प्रवृत्तीकडे लक्ष द्यावे, आणि जर ती निर्माण झाली असेल तर दुरुस्तीचे उपाय योजावे लागतात. नळात जर भंग, मोठ्या अगर लहान चिरा अगर कवचामधून जाणाऱ्या चिरा पडल्या असतील तर कारण काहीही असले तरी असा नळ स्वीकारू नये (परि. २९ अ).



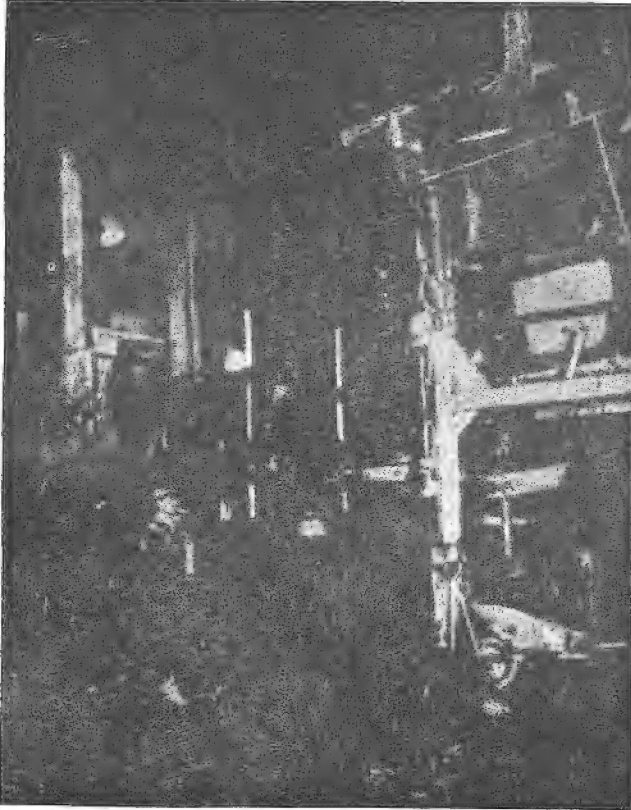
आ. १५९

(कॉंक्रीट) टाकल्यावर लगेच अप्रबलित वेष्टनशीर्ष नळ्याचे फर्मे काढून टाकणे.

PX-D-34072

जरी नळाचे अपुरे संदाबन करून शक्तीच्या चांचणीत उत्तीर्ण होता आले आणि आतला पृष्ठभाग सघन व जलरोधक दिसत असला तरी नळाच्या कवचाच्या संपूर्ण जाडीतील काँक्रीटच्या मिश्रणाचे संदाबन करणे महत्वाचे असते आणि ते करावयास भाग पाडावे.

घंटा आणि नरतुंडातील काँक्रीटलाही हे संदाबन लागू करावे. अपुरे मिश्रण आणि " बनावट " दाखविणारे " पृष्ठभागाच्या खरबरीतपणा " चे दोष आणि " जाळी अगर खुला पोत दाखविणारे पृष्ठभागावरील दोष" विनिर्देशाप्रमाणे रहाता कामा नयेत. (अनुक्रमे परि. : ३३, ३७ (आ) आणि ३७ (इ)). घंट्यात आणि नळांच्या बाहेरील



आ. १६०

अंदाजी ५४ इंच व्यासापर्यंत प्रबलित अगर अप्रबलित काँक्रीटचा नळ घुमसून तयार करण्याचे उपकरण. P X - D - 34076

पृष्ठभागावर सामान्यपणे असणारे सच्छिद्र आणि असमाधानकारकपणे संदाबन केलेले काँक्रीट, मिश्रणाचे योग्य प्रमाणीकरण करून, वाळूची योग्य प्रतवारी (भरपूर सूक्ष्म कण असतील अशी) ठेवून, पुरेपूर सिमेंट वापरून, ठोकण्याच्या योजनेचा प्रभावीपणे उपयोग करून, आणि फर्मे काढून टाकताक्षणीच हाताने काहीशी सफाई करून निरसित करता येते. नळांच्या आतल्या पृष्ठभागावरील निदर्शक खुणा, आकडे अगर अक्षरे खरडून टाकू नयेत.

नरतुंडाची उत्केंद्रता कोणच्याही कारणाने बऱ्याच प्रमाणात होण्याचे टाळावे. जेव्हा नळ एकत्र टाकले जातात तेव्हा अ. २५ (अ) मध्ये दिलेल्या सुटीशी सुसंगत अशी नळाची एक अखंड व एकसारखी ओळ बनेल अशा प्रकारे जोड बनविणे १४ व्या परिच्छेदाप्रमाणे आवश्यक आहे. ह्या गरजेप्रमाणे जोडात चुन्याच्या भरीव कड्यासाठी जर योग्य जागा ठेवली तर उत्केंद्रतेला फारच थोडा वाव रहातो. नरतुंडातील उत्केंद्रता हा एक दोष आहे व तो बनावटीची अपूर्णता दाखवितो; आणि प्रवाहाला असा अडथळा होणारा नळ स्वीकारू नये.

व्यवहार्य असेल तेथे, नळ जेथे तयार करण्यात येतो त्या जागीच, नळ जसजसा तयार होईल तसतसे, त्याच्या स्वीकृतीच्या चांचणीची योजना करावी; माल पुरवल्यानंतर काही दिवसांनी ती करू नये. कारखानदाराला नळ तयार करण्याच्या त्याच्या कार्यक्रमात शक्य तितक्या आधीच्या तारखेस, कोणत्याही कारणाने नळाचा स्वीकार करता येत नसेल तर तसे कळवावे. यामुळे कमीत कमी नळ त्याज्य करावे लागतील व जास्तीत जास्त नळांचा स्वीकार करून मक्ता पूर्ण करता येईल.

(उ) पूर्व प्रतिबलित नळ

उच्च दाबाखाली पाण्याचे वितरण करण्याकरिता पूर्वप्रतिबलित काँक्रीटच्या नळाचा सामान्यतः उपयोग केला जातो आणि ब्यूरोच्या विनिर्देशानुसार तो तयार करण्यात येतो आणि तपासला जातो. पूर्व प्रतिबलित आणि उच्च दाबाच्या नळांच्या अन्य प्रकारातील मुख्य फरक हा असतो की पूर्व प्रतिबलित नळातील प्रबलीकरण शिगांना नळ तयार करतानाच तणाव दिलेला असतो. पूर्व प्रतिबलित नळ तयार करण्याच्या पद्धतीत सामान्यपणे गाभा तयार करताना काँक्रीट व अनुदैर्घ्य शिगा, फर्मा, नळकांड्यासह अगर त्याशिवाय, फिरवून (निर्माण होणाऱ्या) अपकेंद्रीय बलाचा उपयोग करण्यात येतो. (चि. ११० (इ) पहा.) मुरवणानंतर तो तणावाखाली असलेल्या प्रबलीकरण शिगांनी गुंडाळण्यात येतो. नंतर गाभा आणि परिघीय शिगांवर, सामान्यपणे नळाच्या बाहेरचे कवच निर्माण करण्याकरिता, चुन्याचा थर दिला जातो. तयार करण्याच्या काही पद्धतीत अनुदैर्घ्य शिगांसुद्धा पूर्वप्रतिबलित केलेल्या असतात. पुरेशा प्रमाणात आणखी मुरवण करून नळ तयार करण्याची क्रिया पूर्ण करण्यात येते. नळाची हाताळणी आणि मुरवणासंबंधी ह्या अनुच्छेदाच्या आधीच्या भागात दिलेली सामान्य माहिती नळाच्या ह्या प्रकारालाही लागू होते.

(ऊ) रूळाने संदाबन केलेला ॲस्बेस्टॉस सिमेंटचा नळ.

ॲस्बेस्टॉस सिमेंटचे दाबनळ सामान्यपणे ३६ इंच व्यासापासून चार आकारात बनविण्यात येतात आणि ते सुमारे ४५० फूट शीर्षापर्यंत पार्श्व नळसमूहात वापरण्यात येतात. ह्या नळाच्या निर्मिती आणि चाचणीवर ब्यूरोच्या विनिर्देशानुसार नियंत्रण ठेवण्यात येते. नळ स्वीकार्य आहे की नाही हे जलस्थैतिक परीक्षण, दाबाकरिता मक्तेदाराने केलेल्या चांचण्यांचे निष्कर्ष किमान अवभंजन शक्ति, जोडांतील गळती आणि ४–, ६–, आणि ८– इंच व्यासांच्या नळांवर केलेल्या नमनरोधक चांचण्यावरून आणि ते तयार करण्याच्या वेळी आणि तयार केल्यानंतर केलेल्या तपासणीवरून ठरविण्यात येते. मक्तेदाराला चांचण्यांच्या निष्कर्षांच्या प्रमाणित नकला सादर कराव्या लागतात. असंयुक्त कॅल्शियम हायड्रॉक्साइड आणि सल्फेट यांच्या प्रतिरोधासंबंधीच्या स्वीकृति चाचण्या नळाच्या नमुन्यावर करण्याचा हक्क ब्यूरोने राखून ठेवलेला असतो. जर ह्या स्वीकृति चाचण्या न करण्याचे ब्यूरोने ठरविले तर जो नळ सादर केला जात आहे तो चाचणी केलेल्या व ब्यूरोच्या विनिर्देशांच्या गरजा पुऱ्या करत असलेल्या ॲस्बेस्टॉस सिमेंटच्या नळातील द्रव्याशी समरूप असलेल्या द्रव्यापासून आणि त्या पद्धतीप्रमाणेच तयार केला आहे असे प्रशस्तिपत्र मक्तेदाराला सादर करावे लागते.

नळ तयार करण्याच्या सर्वांत सामान्य पद्धतीत पाणी, पोर्टलंड अगर पोर्टलंड पोझोलान सिमेंट सिलिका, सेंद्रिय पदार्थांपासून मुक्त असलेले ॲस्बेस्टॉसचे तंतू आणि मुरवण द्रव्यें वापरली असल्यास त्यांचे घनिष्टपणे मिश्रण करून रबडी तयार करण्यात येते, नंतर एकमेकांच्या विरुद्ध दिशेने फिरणाऱ्या पोलादी रूळामधून ती रबडी भाराखाली दाबून तिच्यापासून खालच्या रूळाभोवती पाहिजे त्या जाडीचा सावकाशपणे नळ बसविण्यात येतो. तयार होत असताना नळाच्या बाजूंच्यावर निर्माण होणाऱ्या दाबामुळे अतिरिक्त पाणी बाहेर फेकले जाते.

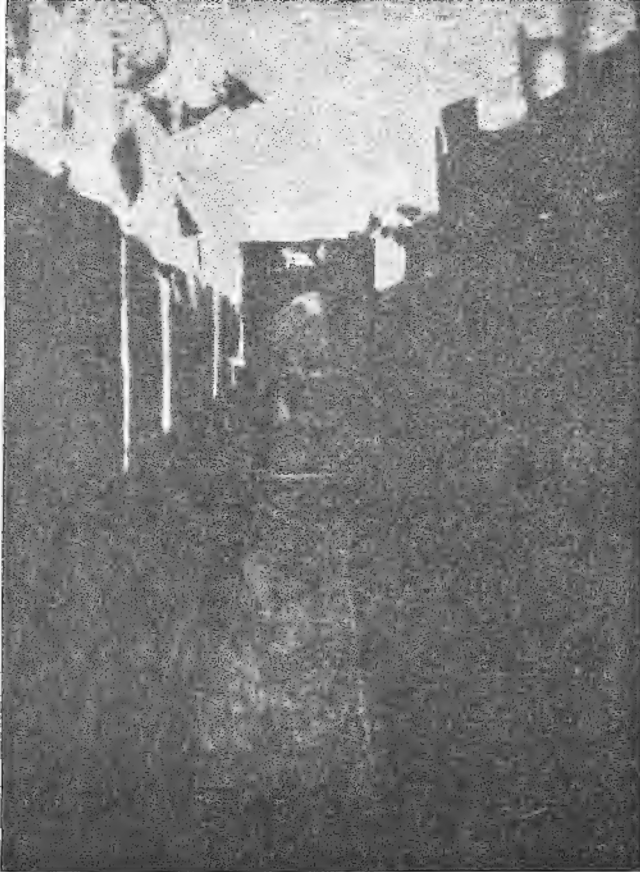
कमाल टिकाऊपणा प्राप्त होण्यात ह्या नळाचे नंतर उच्च दाबाच्या वाफेचा वापर करून योग्य प्रकारे मुरवण करणे, हे फार महत्वाचे असते. सल्फेट प्रतिरोधक चाचण्यांवरून असे दिसून आले आहे की, उच्च दाबाच्या बाष्पमुरवणाने सल्फेटच्या आघाताला तीव्र विरोध करणाऱ्या रासायनिक संयुगांच्या निर्मितीमुळे नळातील मुक्त चुन्याचा अंश कमी होतो. ही संयुगे तयार होण्याच्या कामी सिलिकेटचा मिश्रणात उपयोग केल्याने मदत होते. वातावरण–दाबाखाली पाण्याने आणि वाफेने केलेल्या मुरवणामुळे नळातील अन्य घटकांशी अद्याप रासायनिकरीत्या न जोडलेल्या मुक्त चुन्याची प्रमाणाबाहेर निर्मिती होते.

१११. जागेवर ओतून तयार केलेला कॉंक्रीटचा नळ

(अ) सामान्य विवरण

जागेवर ओतलेल्या कॉंक्रीटच्या अप्रबलीकृत नळांचा उपयोग सिंचाईचे पाणी वाहून नेण्याकरिता १५ फूट शीर्षापर्यंत करण्यात येतो आणि हे नळ तयार करण्याच्या कामावरील

नियंत्रणासाठी ब्यूरोच्या विनिर्देशाचा उपयोग केला जातो. ह्या पद्धतीने बनविलेल्या नळांचे आकार २४ इंचापासून ४८ इंचापर्यंत असतात. (आ. १६१ पहा). नळाच्या क्षैतिज व्यासाच्या खालची खुदाई उदग्र राहील अशा संसंजनशील मातीत जागेवर ओतलेले नळ तयार केले जातात.



आ. १६१

काँक्रीटचा नळ जाग्यावर ओतणे. (काँक्रीट) टाकण्याच्या यंत्रात डाव्या बाजूने ट्रकवरील मिश्रकातून वाहून आणलेले काँक्रीट टाकण्यात येत आहे.

P X –D-34074

तथापि पृष्ठभाग ढासळण्याकडे अगर दलदलीत होण्याकडे कल असलेल्या जमिनीत कधीकधीं खोदकाम करणे आणि नंतर संदाबित संसंजनित माती पुन: भरणे काटकसरीच्या दृष्टीने समर्थनीय ठरते. संपूर्ण परिघाभोवती एकाच खेपेत काँक्रीट टाकून अगर क्षैतिज व्यासाच्या अंदाजे प्रत्येक टोकापाशी अनुदैर्घ्य जोड ठेवून दोन खेपात काँक्रीट टाकून जागेवर नळ बनविण्यात येतो. जर दोन खेपात काँक्रीट टाकण्याची पद्धत वापरली तर दुसऱ्या खेपेतले काँक्रीट पहिल्या खेपेतल्या काँक्रीटमध्ये प्रारंभिक काठिण्य येण्याच्या आधी टाकावे, कारण त्यामुळे भरपूर दृढीकरण होते आणि स्पंदन अगर ठोकण्यामुळे पहिल्या खेपेतल्या काँक्रीटचे दुसऱ्याशी आंतर्मिश्रण होते.

(आ) काँक्रीट

काँक्रीटवरील नियंत्रणाच्या कसोट्या आणि जागेवर तयार केलेल्या नळाचा परिणाम–स्वरूप उच्च दर्जा हे, काही थोडे अपवाद सोडून, " ओतवणी " पद्धतीने पूर्वनिर्मित नळ तयार करण्याकरिता वापरण्यात येणाऱ्या कसोट्या आणि उच्च दर्जा यांच्यासारखेच असतात. (वि. ११० (अ)).

(१) नळ बसविण्याच्या जागेवर ट्रक मिश्रकामधून सामान्यपणे काँक्रीट वाहून नेण्यात येते आणि या पद्धतीने काँक्रीटचा पुरवठा करण्याच्या पद्धतीच्या अंदाजी गरजांचा ब्यूरोच्या विनिर्देशांत समावेश केलला आहे.

(२) सिमेंटचा किमान अंश दर घ. यार्ड काँक्रीट करता ५$\frac{१}{२}$ पोती असतो.

(३) काँक्रीटमध्ये धारित केलेल्या वायूची टक्केवारी वापरलेल्या मिलाव्याच्या कमाल आकारावर अवलंबून असते. (वि. २० (आ) पहा.)

(४) काँक्रीट टाकून झाल्यावर लगेच उघड्या पृष्ठभावर मोहोरबंदी संयुगाचा लेप द्यावा. चर भरून टाकण्याचे काम चालू असताना त्यामुळे खराबी होणार नाही इतकी पुरेशी शक्ति काँक्रीटमध्ये निर्माण झाल्यावर लगेच ओलसर मातीचा ६ इंच थर नळावर पसरावा आणि ७ दिवसाच्या कालापर्यंत अगर चर संपूर्णपणे भरून होईपर्यंत तो ओला ठेवावा.

(५) नळाचा प्रत्येक तुकडा टाकून झाल्यावर शुष्कन आणि गोठणापासून काँक्रीटचे संरक्षण करावे.

११२–स्पंदक

काँक्रीटच्या दृढीकरणाचा उद्देश, काँक्रीट मधील पोकळ्यांचा शक्य तितका निरास करणे हा असतो. चांगल्या प्रकारे दृढीकरण केलेले काँक्रीट, अश्मकप्पे आणि अडकून राहिलेल्या हवेचे बुडबुडे यांच्यापासून मुक्त असते आणि त्याचा फर्मे, प्रबलीकरण शिगा

आणि इतर संनिहित भागांशी घनिष्ट संपर्क असतो. काँक्रीटची वाहतूक चालू असताना आणि ते निक्षेपित केले जात असताना जर वियोजन आणि अवपातहानि टाळता आली तर हा उद्देश साध्य करणे सोपे जाते.

विनिर्देशांप्रमाणे काँक्रीटचे दृढीकरण विद्युत् अगर वायुचलित निमज्जन प्रकाराच्या स्पंदकांनी करावे लागते. बांधकामातील व बोगद्याच्या अस्तराच्या अधस्तरातील काँक्रीटचे दृढीकरण करण्याकरिता काँक्रीटमध्ये स्पंदक बुडविले असताना ते चालविण्याची दोलन-वारंवारता दर मिनिटास कमीत कमी ७००० कंपनाइतकी असली पाहिजे. बोगद्याच्या अस्तराच्या कमानीतील आणि बाजूतील काँक्रीटचे दृढीकरण, फर्म्यावर घट्ट बसविलेल्या विद्युत् अगर वायुचलित स्पंदकांनी करावे लागते व अशा प्रकारच्या स्पंदनाला शक्य असेल तेव्हा निमज्जन प्रकाराच्या स्पंदकांची जोड द्यावी लागते. (आ. १२९ व बि. १०५ पहा). फर्म्यावरील स्पंदक फर्म्यावर पुरे घट्ट बसवावे लागतात आणि काँक्रीटचे स्पंदन करत असताना दर मिनिटास किमान ८००० कंपना इतक्या वेगाने ते काम करतात.

कालव्यांच्या अधस्तराच्या आणि पार्श्विक अस्तराच्या काँक्रीटचे आंतरिक प्रकाराच्या स्पंदकांनी स्पंदन करावे लागते व ते जेव्हा काँक्रीटमध्ये निमज्जित केलेले असतात तेव्हा ते दर मिनिटास किमान ४००० कंपनांच्या गतीने प्रचालित करावे लागतात. जेव्हा अस्तराची जाडी ३ इंचापेक्षा कमी असते तेव्हा अपवाद करता येतो व ह्या अस्तरातील काँक्रीटचे बहि:स्पंदनाने दृढीकरण केले तरी चालते मात्र दर मिनिटास ४००० कंपनांच्या वेगाने चालविलेल्या आंतरिक प्रकाराच्या स्पंदकाने निर्माण होणाऱ्या दृढीकरणाइतके दृढीकरण ह्या बहि:स्पंदकांनी प्राप्त होत असल्याची मक्ता देणाऱ्या अधिकाऱ्याला निश्चिती करावी लागते.

जेथे संरचना कामावर ३ ते ६ इंच भरड मिलावा असलेल्या काँक्रीटच्या मोठाल्या राशी लागतात आणि जेथे मोठ्या व्यासाचे स्पंदक वापरता येतात तेथे काँक्रीटमध्ये निमज्जित केल्यावर दर मिनिटास किमान ६००० कंपनांच्या वेगाने चालणाऱ्या ४ इंच अगर जास्त स्पंदन शीर्षे असलेल्या स्पंदकांनी काँक्रीटचे दृढीकरण करावे. प्रत्येक घनयार्ड काँक्रीटचे किमान ६० सेकंद सतत स्पंदन होईल इतके स्पंदन करावे. काही उदाहरणांत जेथे कमी स्पंदन करून पुरेशा दृढीकरणाची निश्चिती केलेली असते तेथे हा कालावधी किंचित् कमी केला तरी चालते. ४ इंचापेक्षा कमी शीर्ष असलेले स्पंदक दर मिनिटास किमान ७००० कंपनांच्या वेगाने चालवावेत. पूर्वनिर्मित काँक्रीटचे नळ आणि बोगद्याच्या अस्तराचे भाग यासारख्या निमज्जित प्रकारच्या, स्पंदकांना अगम्य असणाऱ्या, कामाकरिता फर्म्यावर बसविले स्पंदक वापरले व ते दर मिनिटास ८००० पेक्षा जास्त कंपनवेगाने चालविले तर (काँक्रीटचे) चांगल्या प्रकारे दृढीकरण होते.

जेव्हा आंतरिक स्पंदनाचा वापर केला जातो तेव्हा अधस्तरीय मार्ग-दर्शित सरक-फर्म्याच्या काँक्रीटच्या उपकरणांची काँक्रीटवर " तरंगण्याकडे " प्रवृत्ति निर्माण होते. जर योग्य दृढीकरण प्राप्त होईल असे समाधानकारकपणे दाखवून देण्यात आले तर ३ इंचापेक्षा

कमी जाडीची अस्तरे टाकण्याकरिता स्पंदन न करता अशा प्रकारचे उपकरण वापरण्यास मान्यता देता येते. जेव्हा मक्तेदार ह्या प्रकारच्या उपकरणाचा उपयोग करण्याचे सुचवितात तेव्हा त्यांना अशी आगाऊ सूचना देण्यात यावी की मक्ता अधिकाऱ्याने निर्धारित केल्याप्रमाणे काँक्रीटचे चांगल्याप्रकारे दृढीकरण आणि मान्य होण्याजोगे परिणाम प्राप्त होण्यावर हे उपकरण वापरणे अवलंबून राहील. ३ इंच अगर त्यापेक्षा जास्त जाडीच्या सर्व अस्तरात आंतरिक स्पंदनाचा वापर करावा.

भारी काँक्रीटचे दृढीकरण करण्याचे निमज्जित प्रकारांचे स्पंदक, भारी व कार्यशील, दोन माणसांनी चालविण्याचे असावेत व ते निबल व कमी अवपाताच्या काँक्रीटच्या मोठमोठ्या राशींचे दृढीकरण करण्यास समर्थ असावेत. एक माणशी स्पंदक दोन माणशी स्पंदकांच्याऐवजी तेव्हाच वापरू द्यावेत जेव्हा ते पुरेशा संख्येने वापरण्यात येणार असतील आणि दोन माणशी स्पंदनक वापरून जे फल मिळाले असते तत्सम फल देऊ शकतील अशा पद्धतीने आणि परिस्थितीतच फक्त ते वापरले जातील.

भारी काँक्रीट जागेवर टाकण्याकरिता आणि त्याचे दृढीकरण करण्याकरिता ट्रॅक्टर–सारख्या स्वयंचलित उपकरणावर बसविलेल्या गटांनी चालविण्याच्या स्पंदकांचा युरोपमध्ये वापर करण्यात येतो आणि ब्युरोच्या विनिर्देशातही त्यास मान्यता दिली आहे. गट स्पंदक जर वापरावयाचे असतील तर ताज्या काँक्रीटमध्ये ते ओढत नेण्याची पाळी न येता ते सहज वर खाली करता येतील अशा तऱ्हेने, बसवावेत. जेव्हा गट स्पंदकांनी स्पंदन करण्यात येते तेव्हा सन्निहित उपकरणाजवळ आणि गट स्पंदकांना अगम्य अशा जागी हाताने स्पंदन करावे. एक हाती, दोहाती अगर गट स्पंदकांच्यापैकी कोणचाही स्पंदक असो, स्पंदन वारंवारता आणि आयामाविषयीच्या व वेधन योजनांच्या गरजांचे त्यांचेकडून पालन झाले पाहिजे.

निरीक्षकांनी नियमितपणे स्पंदकांच्या वेगाची तपासणी करावी. स्पंदन वेग वारंवार निश्चित करण्याच्या कामाकरिता पेन्सिलीच्या आकाराच्या स्पंदनी कंपिका बाजारात उपलब्ध आहेत. जेव्हा विनिर्देशित वेगाने उपकरण चालत नाही तेव्हा ते साफ करण्याकरिता अगर बदलण्याकरिता काढून घ्यावे. सध्या उपलब्ध असलेल्या उच्च गति उपकरणाने जेव्हा हाताच्या पद्धतीने काम करावयाचे असते तेव्हा लागणाऱ्या जलांश व अवपातापेक्षा बराच कमी जलांश व अवपात असताना काँक्रीटचे सहज दृढीकरण करता येते.

संनिहित प्रकाराचा स्पंदक १८ ते ३० इंच अंतरावरील बिंदूच्यापाशी उदग्र दिशेने आत घालावा, आणि सावकाश काढून घ्यावा. पण उथळ अगर अगम्य काँक्रीटमध्ये स्पंदक कलत्या अगर आडव्या स्थितीत ठेवून काही प्रमाणात दृढीकरण करावे. प्रत्येक वेधनाकरिता ५ ते १५ सेकंद स्पंदनकाल सामान्यपणे पुरेसा असतो. काँक्रीटच्या पृष्ठभागावरील संचलन व त्याच्या पोतावरून, जवळचे फर्मे अगर संनिहित भागाशी जेथे काँक्रीटचा संपर्क होतो तेथील सिमेंटच्या गंधाचे स्वरूपावरून, स्थिर आवाजाच्या जवळजवळ येणाऱ्या स्पंदकाच्या आवाजावरून आणि स्पंदक चालविणाऱ्या हातांना होणाऱ्या स्पंदकाच्या " स्पर्श " वरून

एका जागी किती स्पंदन करावे लागेल याचा अंदाज घ्यावा. कॉंक्रीटचा कोणताही भाग स्पंदनरहित राहणार नाही याची खात्री करण्याकरिता स्पंदनांच्या बिंदूंच्यामधील अंतर व्यवस्थेशीरपणे प्रस्थापित करावे. कॉंक्रीटमधील सामान्य उणीवांपैकी बऱ्याचशा उणीवा आणि अश्मकप्प्यांच्यापैकी बरेचसे कप्पे चांगल्या प्रकारे स्पंदन करून नाहीसे करता येतात.

कॉंक्रीटच्या नव्या थराची संपूर्ण खोली स्पंदनित करावी आणि थरांची संपूर्णपणे जुळणी झाल्याची खात्री राहाण्याकरिता खालच्या थरात कित्येक इंचापर्यंत स्पंदक घुसवावा. (आ. १२९ पहा.) कामावरील •सामान्य परिस्थितीत खालच्या थरांचे प्रत्यक्ष पुन: स्पंदनाने अगर सन्निहित पोलादाने पारेषित केलेल्या स्पंदनापासून नुकसान होण्याचा फारच थोडा संभव असतो. मात्र विक्षोभित कॉंक्रीट त्यावेळपर्यंत सुनम्य झालेले असावे अगर पुन: सुनम्य करावे. दृढीभूत झालेल्या आणि योग्यप्रकारे स्वच्छ केले आहे अशा कॉंक्रीटशी नवे कॉंक्रीट बद्ध करणे ही जोडपृष्ठाच्या निकट नवीन कॉंक्रीट पूर्णपणे स्पंदन करण्याचीच बाब होऊन राहते.

स्पंदनाचा उपयोग करून कॉंक्रीट टाकण्याकरिता जेव्हा त्याचा अवपात शक्य तितका कमी ठेवलेला असतो तेव्हा प्रमाणापेक्षा जास्त स्पंदन होण्याची फारच थोडी शक्यता असते. जेव्हा प्रमाणापेक्षा जास्त स्पंदन होते तेव्हा केवळ पृष्ठभागावरचेच कॉंक्रीट अति ओले दिसते एवढेच नव्हेतर प्रत्यक्षात भरड मिलव्याचा जवळ जवळ अभाव असलेला तो एक चुन्याचा थर बनलेला असतो. जेव्हा प्रमाणापेक्षा जास्त स्पंदन झाल्याचे दिसून येते तेव्हा स्पंदनाची राशि कमी करावयाची नसून अवपात कमी करावयाचा असतो. प्रमाणाबाहेर स्पंदन होऊ नये म्हणून केलेल्या प्रयत्नाचा परिणाम पुष्कळ वेळा स्पंदन अपुरे होण्यात होतो. अनुभवावरून असे दिसून आले आहे की स्पंदन प्रमाणापेक्षा जास्त केल्यामुळे होणाऱ्या परिणामापेक्षा ते कमी झाल्याने आक्षेपार्ह परिणाम होण्याची शक्यता अधीक जास्त असते.

अडकून राहिलेल्या वायूची राशि समाधानकारकपणे कमी करण्याकरिता आणि अश्मकप्पे नाहीसे करण्याकरिता पृष्ठभागावर काही प्रमाणात बुडबुडे असावे लागतात. त्या संख्येपेक्षा जर बुडबुडे जास्त निर्माण झाले तर ती संख्या कमी करण्याकरिता कधीकधी बऱ्याच जास्त प्रमाणात स्पंदन करावे लागते.

जर कॉंक्रीट पुनरपि सुनम्य अवस्थेत आणले असेल तर पुन: स्पंदन करणे हानिकारक होण्याऐवजी फायदेशीर झाल्याचे आढळून आले आहे. संनिहित स्पंदक अगर फर्मा-स्पंदक वापरून अगर प्रबलीकरण माध्यमातून स्पंदन पारेषित करून पुन:स्पंदन साध्य करावे, शेवटच्या पद्धतीचा वापर करण्यात वाटणारी भीति बिनबुडाची असल्याचे दिसते कारण विस्तृत प्रमाणात केलेल्या निरीक्षणावरून ह्या कारणामुळे कॉंक्रीटला हानि पोहोचली आहे असे एकही उदाहरण उघडकीस आलेले नाही.

अवस्थापन चिरा, आणि नि:स्रावामुळे आतल्या बाजूवर होणारे परिणाम, यांचा निरास होण्यास आणि भिंतीवरील व अन्य बांधकामातील कॉंक्रीटची पक्की दुरुस्ती करण्याकरिता पुन:स्पंदनाचा विस्तृत प्रमाणात चांगल्या प्रकारे उपयोग करता येईल.

जर स्पंदन आणि पुनःस्पंदनाचा भरपूर फायदा घेतला तर "शीत" जोडांची अडचण उद्भवण्याचे कारण नाही. जर तलस्थित काँक्रीटचा पुनःस्पंदनाला अजूनही प्रतिसाद मिळत असेल तर नवीन काँक्रीटमध्ये स्पंदक शिरत असताना प्रत्येक वेळी त्याला तलस्थित काँक्रीटमध्ये खोलपर्यंत शिरकाव करू द्यावा. व्यवस्थितपणे जवळजवळ अंतर ठेवून जर ह्या कार्यपद्धतीचे अनुसरण केले तर जोडाजवळचे काँक्रीट एकसंध बनेल. जर तलस्थित काँक्रीट पुनःस्पंदन न करता येईल इतके कठिण झाले असेल आणि ते अजूनही पक्व झाले नसेल तर संपर्क क्षेत्राच्या संनिकट संपूर्णपणे स्पंदन केल्याने चांगला बंध निर्माण होईल. वेधन करून काढलेल्या क्रीडांच्या नमुन्यावरून असे दिसून आले आहे की अशा जोडांची शक्ती नमुन्यातील अन्य भागांच्या शक्तीइतकी असते.

अनुभवावरून अशी खात्री झाली आहे की उत्तम काम देणाऱ्या संनिहित स्पंदकांत भरपूर ताकत असते, त्यांची रचना बळकट असते आणि तुलनेने ते उच्च गतीचे असतात. (ह्या भागात वेगासंबंधी केलेली चर्चा पहा.) वायु स्पंदक व्यापक स्वरूपाच्या कामाकरिता वापरता येतात पण त्यांना हवेचा पुरेशा प्रमाणात पुरवठा करणे अवश्य असते. पुरेशा ग्राहकांमधून शुष्क हवा वापरून अगर वायुनलिकेत "गोठण प्रतिरोधी" द्रव्याचे थेंब सोडून उछ्वासाजवळ होणाऱ्या गोठणास अटकाव करता येतो, तथापि ग्लायकोल हे आधार द्रव्य असलेली गोठण प्रतिरोधक द्रावणें आक्षेपार्ह असतात कारण झडपा चिकटण्याकडे त्यांची प्रवृत्ति असते. विशेषतः मध्यम अगर लहान आकाराचे विद्युत् स्पंदक अतिशय प्रभावी असतात.

चांगल्या प्रकारच्या लहान स्पंदकांनी अकुंचित जागातसुद्धा दर ताशी ५ ते १० घ. यार्ड (काँक्रीट) हाताळता येते आणि भारीसेवा प्रकाराच्या दोन माणसांनी चालवावयाच्या एका मोठ्या स्पंदकाने प्रशस्त फर्म्यातील काँक्रीट दर तासाला अंदाजे ५० घ. यार्ड हाताळता येते. स्पंदक बंद पडले असताना अगर त्यांची आवश्यक दुरुस्ती करण्यात खोटी न व्हावी म्हणून त्यांचे जादा संच आणि (सुटे) भाग नेहमी हाताशी असावेत. बरचेवर व्यवस्थितपणे देखभाल करून स्पंदकाचे आयुर्मान बऱ्याच प्रमाणात वाढविता येते. प्रत्येक घ. यार्ड काँक्रीट प्रभावीपणे स्पंदन करण्याकरिता सामान्यपणे ६० ते ९० सेकंद लागतात यावरून भावी काँक्रीटकरिता किती स्पंदक लागतात ते ठरवावे.

११३–पृष्ठभागावरील उणीवा

काँक्रीट (जागेवर) टाकताना योग्य ती काळजी घेऊन नवीन काँक्रीटमधील बरीचशी न्यूनता टाळता येते. दुर्दैवाने हवेचे बुडबुडे व पृष्ठभागावरील खोलगट भाग, विशेषतः धरणाचे अनुप्रवाही दर्शनी भाग, उतार दिलेल्या भिंती अगर स्तंभ, आणि बोगद्यांच्या सायफनांच्या व वाहक नळांच्या उड्डाण रेषांच्या खालील क्षेत्रे, ज्यांच्या फर्म्याचा काँक्रीट कडील उतार उर्ध्व दिशेने असतो, अशांच्या पृष्ठभागावरील खोलगट भागांचे बाबतीत ते अगदीच खरे असते असे नाही. ह्या पृष्ठीय न्यूनतेवरील उपचार ही दुरुस्तीची बाब

समजण्यात येत नसून ती सामान्यपणे पृष्ठीय सफाईची बाब मानली जाते; असे असले तरी काँक्रीट टाकतेवेळी योग्य ती दक्षता घेऊन ह्या न्यूनतेची मात्रा बरीच कमी करता येते.

खळगे आणि हवेचे बुडबुडे कमी करण्याच्या बऱ्याचशा कार्यपद्धतींचा वास्तविक आधार हा असतो की, संधी मिळाल्यास अडकून राहिलेला हवेचा मोठा बुडबुडा (धारित वायूचे छोटे बुडबुडे नव्हेत) सुनम्य काँक्रीटच्या पृष्ठभागावर येतो आणि बाहेर निसटून जातो. जेव्हा चिकट आणि प्रमाणापेक्षा जास्त वाळूचे काँक्रीट तयार करण्याचे टाळता येते आणि जेव्हा नव्याने टाकलेले काँक्रीट तुलनेने उथळ थरात टाकण्यात येते, त्याचे भरपूर प्रमाणात स्पंदन करण्यात येते आणि ते फर्म्याच्या बाजूने खोऱ्याने पसरण्यात येते तेव्हा अशी उत्तम संधी मिळते. फर्म्याला लावण्याचे तेल व चिकट तेल यांचे लेप अति प्रमाणात लावण्याचे टाळल्यास फर्म्याला चिकटून राहण्याची बुडबुड्यांची प्रवृत्ति कमी होते. काही उदाहरणांत जेव्हा फर्म्यांच्यावर लाक्षारस फवारला जातो तेव्हा कमी खळगे पडले असल्याचे दिसून आले. प्लायवुडचे फर्मे विशेषत: जेव्हा (त्यातील) दोर आडवे असतात तेव्हा त्यांना रंग लावण्यामुळे होणाऱ्या परिणामात ह्या बाबतीत सुधारणा झाल्याचे दिसून आले आहे व पुनः उपयोग करण्याकरिता ते चांगल्या स्थितीत ठेवता आले आहेत.

स्पंदनामुळे काँक्रीटमध्ये निर्माण झालेली तात्पुरती तरलता हा, अडकून राहिलेली हवा मुक्त करण्याच्या कामी बहुधा एक अत्यंत महत्वाचा घटक असतो. उच्च अवपाताचे काँक्रीट वापरून ही द्राव्यता प्राप्त करू नये कारण त्यामुळे खळग्यापेक्षा जास्त आक्षेपार्ह अशी दर्जातील घट, वाळूचे फराटे आणि अन्य न्यूनता निर्माण होतात. प्रभावी व्हावे म्हणून बुडबुडे निसटून जाण्यास वेळ मिळेल इतका काळ स्पंदन चालू ठेवले पाहिजे. काँक्रीटमधून बुडबुडे बाहेर पडणे केव्हा थांबते यावर ध्यान ठेऊन स्पंदनाचा योग्य कालावधी निर्धारित करता येतो. काँक्रीट टाकण्याच्या काळात दर मिनिटास ८००० कंपनांपेक्षा जास्त वेगाने फर्म्याचे सतत स्पंदन करून व उथळ थरात काँक्रीट निक्षेपित करून पूर्वनिर्मित काँक्रीटच्या नळांच्या पृष्ठभागावरील खळगे कमी करण्यात ठळकपणे यश आले आहे. सॅनडिगो येथील सॉल्ट लेक आणि दुसऱ्या मोके लुम्ने नदीच्या जलसेतूंच्या करिता पूर्वनिर्मित काँक्रीटचे नळ तयार करताना हे निर्णायकपणे दाखवून देण्यात आले होते. अनुभवावरून असे दिसून आले आहे की अतिरिक्त आंतरिक स्पंदनाने वास्तुशिल्पीय संरचनीय आणि जाग्यावर टाकण्यात येणाऱ्या अन्य काँक्रीटच्या बाबतीत असेच परिणाम साध्य करता येतील.

स्पंदनामुळे बुडबुड्यांना फर्म्याकडे नेले जात नाही. द्रव माध्यमातील बुडबुड्यांची आडव्या दिशेने हालचाल होत नाही. ते वस्तूच्या अधिक द्रवभागाकडे विकर्णतः ऊर्ध्व दिशेने जाण्याची शक्यता असते आणि अशा तऱ्हेने ते स्पंदकांच्याकडे अगर स्पंदनित होत असलेल्या फर्म्याकडे जाऊ शकतात. विशिष्ट प्रमाणात स्पंदन केल्यामुळे धारित वायूच्या मूल्यवान सूक्ष्म बुडबुड्यांची फारशी हानि न होता अडकून राहिलेली बरीचशी हवा बाहेर निघून जाते.

हेतुपुर:सर केलेल्या वायुधारणेमुळे काँक्रीटच्या बनविलेल्या पृष्ठभागावरील वायूच्या बुडबुड्यांच्या संख्येत व आकारात बऱ्याच प्रमाणात वाढ होत असल्याची काही अभि–यंत्यांना खात्री झाली असली तरी ह्या विरुद्धही बराच पुरावा उपलब्ध आहे; उतरत्या फर्म्याखाली टाललेले काँक्रीट ह्याला अपवाद आहे.

मागील परिच्छेदावरून हे उघड आहे की उतरत्या फर्म्याखाली टाकलेल्या काँक्रीटच्या पृष्ठभागावरील खळगे व हवेचे बुडबुडे नाहीसे करणे जवळजवळ अशक्य असते. अतिरिक्त स्पंदनाने बुडबुडे वरवर जातात व त्यामुळे प्रलंबी फर्म्याजवळ ते जमत असताना त्यांच्या संख्येत मात्र वाढ होते. अशा उदाहरणात अश्मकप्पे निर्माण होऊ नयेत म्हणून कराव्या लागणाऱ्या किमान स्पंदनामुळे पृष्ठभागावर कमीत कमी खळगे निर्माण होतात. नौकाफळी अगर खोबणदाल्यांच्यासारखे घट्टजोड असलेल्या क्षैतिज फळ्या वापरल्यामुळे प्लायवूड अगर अन्य तक्त्यांच्या वस्तूंच्या वापराने निर्माण होणाऱ्या पृष्ठीय बुडबुड्यांच्यापेक्षा कमी पृष्ठीय बुडबुडे अनेक वेळा निर्माण होतात. अवशोषक फर्मा–अस्तरे अगर निर्वात क्रिया-पद्धती वापरल्यामुळे खळगे व हवेच्या बुडबुड्यांचा निरास होण्याची प्रवृत्ती होते. पण केवळ ह्याच कामाकरिता ही क्रियापद्धती वापरण्यावरील खर्च अफाट होतो. तथापि जेथे बाह्यरूपाला अत्यंत महत्व असते तेथे याला अपवाद करावा लागतो.

वाळूचे पृष्ठभागावर फराटे पडणे हा आणखी एक सामान्य दोष आहे. काँक्रीटमधील द्रव्यांचे गुणधर्म व प्रमाणे, फर्म्यांचा गच्चपणा व काँक्रीट हाताळण्याची पद्धती, यांचा वाळूचे फराटे पडण्याशी संबंध असतो. निबल, तीव्र व नि:स्राव होण्याची प्रवृत्ति असलेली मिश्रणे, असमाधानकारक प्रतवारी केलेली सूक्ष्म कण कमी असलेली वाळू, भरड दळलेले सिमेंट, आणि गळणारे फर्मे, हे सर्व वाळूचे फराटे पडण्यास कारणीभूत होतात.

११४–प्रबलीकरण शिगांच्याशी व संनिहित भागांशी बंध

चिखल, तेल, रंग आणि सुट्या कोरड्या चुन्यासारख्या दूषित करणाऱ्या द्रव्यापासून प्रबलीकरण शिगा आणि संनिहित भाग मुक्त असावेत. गच्च व चिकटून बसलेला चुना काढून टाकण्याची जरूरी नाही. शिगा नेहमीप्रमाणे हाताळताना सुटा गंज अगर मिल पोपडे सामान्यपणे निघून जातात. (वि. ९९ पहा.) काँक्रीटची सुनम्यता नाहीशी झाल्या-नंतरच्या सर्वात आधीच्या काठिण्याच्या टप्प्यात जर बाहेर डोकावणाऱ्या प्रबलीकरण शिगांना धक्के बसले अगर आडदांडपणे त्या हाताळल्या तर बंधास हानी पोहोचण्याचा संभव असतो. केवळ अंशत: संनिहित केलेल्या शिगांच्या उघड्या पडलेल्या भागांना हानि होऊ देऊ नये अगर निष्काळजीपणाने ते हाताळू नयेत आणि काँक्रीट किमान ७ दिवसाइतके जुने होईपर्यंत बाजूंच्या शिगांवर कामगारांना चढण्यास परवानगी देऊ नये. ज्या फर्म्यांना संनिहित भाग बांधलेले असतात अगर ज्यातून ते बाहेर येतात असे फर्मे, बंधाची खराबी टाळता येईल इतके काँक्रीट कठीण होईपर्यंत खोलू नयेत.

११५–फुकट गेलेले काँक्रीट

खराब झालेल्या काँक्रीटचा दोन वर्गात विचार करण्यात येतो. कनिष्ट दर्जा अगर अन्य काही अनिष्ट परिस्थितीमुळे ताजे काँक्रीट (जागेवर) टाकण्यापूर्वी नाकारण्यात येते त्याचा पहिला आणि कठीण झाल्यावर काढून टाकलेच पाहिजे अशा सदोष काँक्रीटचा दुसरा.

काँक्रीटचा वाटा फुकट जाण्याचे एक कारण नेण्याचे वेळी ते इतक्या घट्ट अवस्थेत असते की ते योग्य प्रकारे टाकले जाण्याची खात्री देता येत नाही हे होय. आगाऊ कल्पना न येणाऱ्या वाहतुकीतील काही खोळंब्यामुळे, मिश्रण-संयंत्राजवळ सातत्याने योग्य नियंत्रण न ठेवल्यामुळे, अगर (काँक्रीट) अकाली घट्ट झाल्यामुळे ही अनावस्था उद्‌भवू शकते. पुष्कळ वेळा प्रमाणापेक्षा जास्त आर्द्र असलेला वाटा इतक्या विस्कळीत अवस्थेत जागेवर आणला जातो की तो वापरण्यायोग्य असत नाही. प्रमाण–नियंत्रणातील चुका आणि प्रमाणापेक्षा जास्त निर्मिती ह्या बाबी काँक्रीट फुकट जाण्यास जबाबदार असतात. कधीकधी जेव्हा काँक्रीटची अनुपयुक्तता लवकर लक्षात येत नाही तेव्हा त्याचे निक्षेपण झाल्यावर पण ते दृढीभूत होण्याच्या आधी टाकून फुकट घालवावे लागते.

मिश्रण केल्यानंतर विशिष्ट कालांतरात (जागेवर) न टाकलेले काँक्रीट फेकून देणे अवश्य असतेच असे नाही. ते जागेवर टाकून जादा स्पंदन करून त्याचे योग्यप्रकारे दृढीकरण करता येणार नाही इतक्या मात्रेपर्यंत ते घट्ट झाले असेल तरच ते फुकट घालवावे.

फर्मे काढून टाकल्यानंतर काँक्रीटची तपासणी करण्यात येते. काम पूर्ण व स्वीकृत होण्याच्या आधी कोणच्याही वेळी काँक्रीटमध्ये दोष आढळले तर ते काढून त्याजागी दुसरे टाकण्यास मक्तेदारास भाग पाडता येते. ह्या आवश्यकतेत निश्चितपणे दृढीकरण न केलेल्या अगर अपघातामुळे अगर गोठणामुळे खराब झालेल्या काँक्रीटचा समावेश असतो.

जेव्हा शासनातर्फे काँक्रीटच्या द्रव्यांपैकी कोणत्याही द्रव्यांचा पुरवठा करण्यात येतो तेव्हा तपासनीसाने अस्वीकृत केलेल्या वाट्यांची आणि त्याच्या बदली वापरण्यात येणाऱ्या काँक्रीटची नोंद ठेवावी म्हणजे बटवड्याचा योग्य प्रकारे मेळ घालता येतो.

११६ – काँक्रीटची कामे बंद ठेवणे.

कामाच्या सुरवातीस काँक्रीटची कामे न कळत प्रमाणित दर्जापेक्षा काहीशा कमी दर्जाची होतात कारण मक्तेदाराला नव्या कामगारांना शिकवावे लागते आणि उपकरणातील अडचणी दूर कराव्या लागतात. सुरवातीस येणाऱ्या अडचणींचा निरास झाल्यानंतर काँक्रीटच्या कामात उद्‌भवणारा असमाधानकारकपणा सामान्यपणे लागलीच निर्माण होत नसून तो सतत बिघाड होणाऱ्या परिस्थितीचा परिणाम असतो. काँक्रीटची कामे बंद करण्याइतक्या असमाधानकारक स्थितीला पोहोचण्याच्या आधीच परिस्थिती सुधारण्यास मक्तेदाराला भाग पाडावे.

११७ – पाण्याखाली काँक्रीट टाकणे

ब्यूरोत पाण्याच्या खाली काँक्रीट टाकण्याची कामे कमीत कमी करण्यात येतात. कार्यभारी अभियंत्याच्या लेखी संमतीशिवाय मक्तेदाराला पाण्याखाली काँक्रीट टाकण्यास परवानगी देण्यात येत नाही, आणि कोणत्याही परिस्थितीत वाहत्या पाण्यात त्याला काँक्रीट टाकू देण्यात येत नाही. कार्यकारी क्षेत्रात झिरपून शिरणारे पाणी बाजूला वळवणे, नलकूप अगर अन्य प्रभावी उपाय योजून थांबविणे जास्त पसंत करण्यात येते. जर सघन अधस्तरावर साचलेले पाणी उथळ असेल तर कोरड्या जागेवर टाकण्याची सुरवात करून पाण्याच्या जागेकडे काँक्रीटची दाटी करावी म्हणजे ते टाकण्याचे कार्य समाधन–कारकपणे साध्य करता येते, कारण पाण्याचे आंतर्मिश्रण न होता सावकाशपणे विस्थापन होते. मात्र ह्या कार्यपद्धतीचे खोल अगर वाहत्या पाण्यात अवलंबन करण्याचा प्रयत्न करू नये.

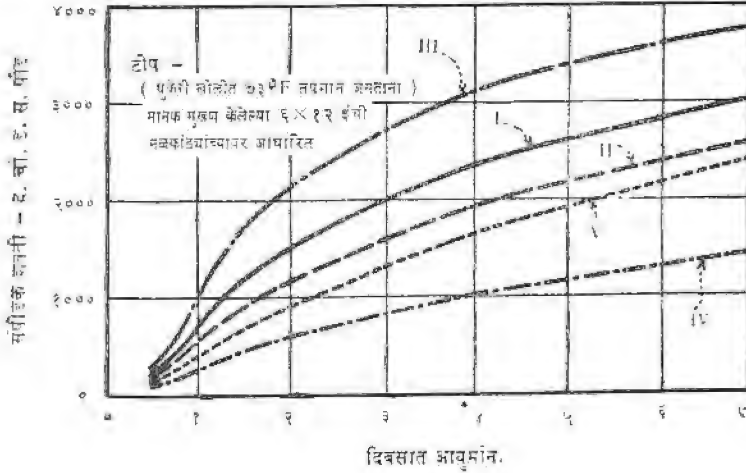
ज्यावेळी काँक्रीट पाण्याखाली टाकण्याची आवश्यकता असते त्यावेळी ते उपलब्ध असलेल्या सर्वोत्तम पद्धती वापरून टाकावे. अधिक चांगल्या पद्धतींपैकी एकीत मुद्दाम बनविलेल्या जलरोधक पेटीतून अगर बारडीतून काँक्रीट खाली सोडण्यात येते व पायाशी अगर पूर्वी टाकलेल्या काँक्रीटशी संपर्क झाल्यावर तेथे ते निस्रावित करण्यात येते. अशा प्रकारची बारडी जर उपलब्ध नसेल तर ट्रेमीचा उपयोग करावा. वरच्या टोकाशी नरसा–ळ्याचा आकार असलेली ट्रेमी ही नळी असते व त्या नरसाळ्यातून काँक्रीटचा पुरवठा करण्यात येतो. (त्या नळीचा) तळ अगर प्रस्रावी टोक नवीन टाकलेल्या काँक्रीटमध्ये सतत बुडवून ठेविलेले असते, व नळी एकसारखी काँक्रीटने भरून ठेवून हवा व पाणी आत येऊ दिले जात नाही. अशा प्रकारच्या कामात जोडांच्या दरम्यानचे संरचन बांधकाम अगर उभार पूर्ण होईपर्यंत मोहोरबंदीचा भंग होऊ न देता काँक्रीट टाकण्याच्या कामाचे सातत्य राखणे विशेषेकरून महत्वाचे असते. पाण्याच्या खाली काँक्रीटचा चिखल करण्याचा प्रयत्न करू नये. कारण अनुभवावरून असे दिसून आले आहे की एकदा काँक्रीट निक्षेपित केल्यावर ते जितके कमी विक्षोभित होईल तितके ते चांगले असते. काँक्रीटमध्ये विक्षोभन होऊ नये म्हणून नेहमीपेक्षा जास्त काळजी घ्यावी.

ई–फर्मे काढणे आणि सफाई करणे

११८ फर्मे काढून घेणे

काँक्रीटवर होणाऱ्या परिणामावरून फर्मे काढून घेण्याच्या वेळेची निश्चिति आधारित करावी. जेव्हा फर्मे काढून घेण्यात येतात तेव्हा तेथे मापन करता येईल इतके विक्षेपण अगर विरूपण असू नये आणि ठेपे काढून घेतल्यामुळे अगर (फर्मे) काढून घेण्याच्या क्रियेमुळे काँक्रीटची खराबी झाल्याचे लक्षण दिसू नये. तुळ्या, तक्तपोशी आणि भिंती यांच्यापासून हे भाग आपले स्वतःचे व वरून टाकलेले वजन सहन करतील इतके ताकतवान होईपर्यंत आधार फर्मे अगर तक्ताबंदी काढून घेऊ नये. निरनिराळ्या प्रकारच्या सिमेंट–

पासून बनविलेल्या व मानक–मुरवण केलेल्या काँक्रीटच्या नळकांड्यांच्या संभाव्य प्राक् शक्तीचे आ. १६२ मध्ये चित्रण केले आहे. तथापि लागणाऱ्या शक्तीत आणि ती प्राप्त होण्याच्या कालावधीत कामावरील तपमान व द्रव्यांच्या भिन्न भिन्न परिस्थितींच्याप्रमाणे व्यापक प्रमाणात बदल होतो आणि आधार फर्मे लवकर काढून घेण्याचा सर्वात खात्रीलायक आधार, कामावर असणाऱ्या तपमानात मुरविलेल्या चांचणी नमुन्यावरून प्राप्त होतो.



आ १६२

निरनिराळ्या प्रकारच्या सिमेंटपासून काँक्रीटच्या अल्पकालावधींतील शक्तीतील लाभ.

288-D-1546

मानक तपमानात साठवून ठेविलेल्या नियंत्रक नमुन्यांच्या शक्तीवर पडणाऱ्या तपमानांच्या प्रभावाचा अंदाज करण्याकरिता आणि त्याप्रमाणे दुरुस्ती करण्याकरिता आ. ९ चा वापर करावा. मध्यवर्ती कालातील चांचण्यावरून ७ अगर २८ दिवसांच्या शक्तींचा अंदाज करण्यास आधार म्हणूनही ह्या आकृतीचा उपयोग करावा. (वि. ९ पहा.) सामान्यपणे काँक्रीटच्या मुरवणाकरिता मध्यम तपमान इष्ट असते. अपक्व काँक्रीटच्या तपमानाचे नियंत्रण करण्याचे महत्व, छेदाचा आकार, फर्मा लवकर काढण्याची जरूरी, आणि उष्ण हवामानात प्रमाणापेक्षा जास्त तापनापासून आणि थंड हवामानात गोठणापासून होणाऱ्या खराबींची शक्यता, यावर अवलंबून असते.

कॅल्शियम क्लोराईडचा वापर, गरम हवामान, काँक्रीटचे उच्च तपमान, जलद कठीण होणारे सिमेंट, कमी जल–सिमेंट गुणोत्तर आणि हलका भार यांच्यामुळे फर्मे जलदी काढता येतात. (काँक्रीटच्या प्राक्शक्तीवरील कॅल्शियम व क्लोराईडच्या परिणामा–

करिता आ. ३० पहा.) टिकविण्याच्या प्रतिबलांच्याकरिता जेव्हा चांचणी नमुने २ हा सुरक्षा गुणांक दाखवितात तेव्हा पुरेशी शक्ति प्राप्त झालेली असते. उलटपक्षी अनुभवावरुन असे दिसून आले आहे की सायफनांच्या डोलातील आणि बोगद्यातील कॉंक्रीट, भारामुळे दुर्दशा अगर विक्षेप न दाखविण्याइतके बळकट असते तेव्हाही, फर्मे काढणे चालू असताना कोपरे आणि कडा खराब होण्याची शक्यता असते.

विनाविलंब मुरवण सुरू करता यावे म्हणून व्यवहार्य असेल तितक्या लवकर फर्मे काढून घ्यावेत. जेव्हा फर्मे काढून घेण्यात येतात तेव्हा सामान्यपणे आढळून येणाऱ्या कॉंक्रीटच्या कोरड्या पृष्ठगाभावरून असे सूचित होते की फर्मे हे मुरवणाचे एक असमाधानकारक माध्यम आहे. लवकर फर्मा काढून घेण्याचा आणखी एक फायदा असा असतो की कॉंक्रीट अद्यापी अपक्व असताना आणि चांगल्या बंधाकरिता परिस्थिती अत्यंत अनुकूल असताना आवश्यक असणारी कोणचीही दुरुस्ती आणि पृष्ठभागावरील उपचार करता येतात. ह्या कारणाकरिता उघड्या संक्रमणांच्या आतील फर्मे लवकर (कॉंक्रीट टाकून झाल्यावर १ ते ३ तास) काढून टाकण्याचा पुरस्कार करण्यात येतो.

थंड हवेत कॉंक्रीट अजून गरम असताना फर्मे काढून घेऊ नयेत कारण पृष्ठभाग जलद थंड झाल्याने ते तडकतील आणि पृष्ठीय चिरा पडतील. त्याच कारणाकरिता फर्मे नुकतेच काढून घेतलेल्या पृष्ठभागावर शिंपडण्याकरिता वापरण्यात येणारे पाणी कॉंक्रीटपेक्षा फार जास्त थंड असू नये; तसेच थंड हवेत मुरवणाचे उपचार सुरू करण्याकरिता फर्मा काढून घेण्याची निकड फार नसते आणि विसंवाहित पोलादी फर्मे जर वापरले नाहीत तर फर्म्यामुळे मिळणाऱ्या संरक्षणामुळे पहिल्या काही दिवसाकरिता ते जागेवर राहू देणे समर्थनीय असते.

११९ – कॉंक्रीटची दुरुस्ती.

दुरुस्त करावे लागणारे नवीन कॉंक्रीटमधील दोष, अश्मकप्पे आणि अन्य दृढीभूत न झालेल्या विभिन्न क्षेत्रांचे भाग आणि खोल्या, फर्मे काढून घेताना झालेली खराबी, बोल्टांची छिद्रे, फर्म्याच्या जोडापासून निर्माण झालेले उंचवटे आणि फर्म्यांच्या हालचालीमुळे तयार झालेले फुगवटे यातून, बनलेले असतात. सातव्या प्रकरणात कॉंक्रीटच्या दुरुस्तीच्या मान्य झालेल्या कार्यपद्धतींचे वर्णन करण्यात आले आहे. कामात असलेल्या बांधकामाच्या विघटन झालेल्या भागांचे पुनःस्थापन आणि पुनर्रचना कार्यालाही ह्या क्रियापद्धती लागू आहेत.

१२०–रचित पृष्ठभागांचे प्रकार आणि उपचार

कधी कधी लागणारी विशेषप्रकारची सफाई सोडून, कॉंक्रीटचे बनविलेले पृष्ठभाग आणि त्यांची सफाई F१, F२, F३, F४ आणि F५ ह्या ब्यूरोच्या विनिर्देशांनी निर्दिष्ट केली आहे. ह्या सफाईच्याकरिता अनुज्ञेय असलेल्या पृष्ठभागावरील अनियमितपणाना "एकाएक" अगर " क्रमीय " अशा संज्ञा देण्यात आल्या आहेत. फर्म्याची आवरणे, अस्तरे अगर

फर्म्याचे आच्छादन, अस्तर अगर विभाग विस्थापनेमुळे अगर चुकीने बसविल्यामुळे, फर्म्यांतील सुटया गाठींमुळे, अगर फर्म्यांतील सदोष लाकडामुळे निर्माण झालेले टप्पे आणि कल्ले हे एकाएक अनियमितपणाचे मानण्यात येतात. इतर सर्वांचे क्रमीय अनियमितपणा असे वर्गीकरण करण्यात येते. क्रमीय या वर्गातला अनियमितपणा मोजपट्टीने मापण्यात येतो. सपाट पृष्ठभागाकरिता ही सरळ पट्टीची बनविलेली असते अगर वक्र पृष्ठभागाकरिता तत्सम बनविलेली असते. बनविलेले पृष्ठभाग तपासण्याकरिता लागणाऱ्या मोजपट्टीची लांबी ५ फूट असते. कमाल अनुज्ञेय विचरणे २४ व्या सारणीत नोंदलेली आहेत.

सारणी २४ – कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागावरील अनियमितपणाकरिता ठेवलेली कमाल सवलत.

अनियमितपणाचे प्रकार	तयार (रचित पृष्ठभाग १)					तयार (अरचित पृष्ठभाग २)			
	F १	F २	F ३	F ४	F ५	U१	U२	U३	U ४
खोलगट	१	……	……	……	……	……	……	……	……
हलहल होणारे	……	१/२	१/४	१/८	१/८	……	……	……	……
तुटक	……	१/४	१/८	(३) १/४ (४) १/८	१/४	……	……	……	……
सर्व पृष्ठभाग	……	……	……	……	……	३/८	१/४	१/४	……
कालव्याचेपृष्ठभाग, तळातील लाद्या	……	……	……	……	……	……	……	……	१/४
कालव्याचेपृष्ठभाग, बाजूचे उतार	……	……	……	……	……	……	……	……	१/२

(१) गुंजाइश, इंचात – ५ फूट मोजपट्टीने मोजलेली.
(२) गुंजाइश, इंचात – १० फूट मोजपट्टीने मोजलेली.
(३) गुंजाइश – प्रवाहाशी समांतर असणाऱ्या अनियमितपणा अगर विस्थापनाकरिता.
(४) गुंजाइश – प्रवाहाशी समांतर नसलेल्या अनियमितपणा अगर विस्थापनाकरिता.

रचित पृष्ठभागाला सामान्यतः पोत्याने घासण्याची अगर वालुका–स्फोटनाची जरुरी लागत नाही. भुयारी सांडव्यांच्या कोपऱ्यांच्याकरिता लागणारी विशिष्ठ सफाई आणि दर सेकंदास ४० फूट अगर जास्त वेगाने वाहणाऱ्या पाण्याच्या सान्निध्यात राहणाऱ्या निर्गम–

द्वारांच्या आणि सांडव्यांच्या पृष्ठभागावरील प्रवाहाच्या समोरील टप्प्यांना लागणारे विशेष उपचार सोडून, इतर रचित पृष्ठभागावर विनिर्देशित मर्यादात पृष्ठभागावरील नियमितपणा आणण्याकरिता जरूर असणाऱ्या उपचाराखेरीज, घासून आणि दगडाने घोटून काढण्याच्या उपचारांची सामान्यपणे गरज नसते.

(अ) सफाई F१

भरावाचे द्रव्य अगर काँक्रीट ज्या पृष्ठभागाला लागून टाकावयाचे आहे असे पृष्ठभाग, सामान्यपणे पाण्याखाली असणाऱ्या काँक्रीटच्या धरणाचे अपरप्रवाही पृष्ठभाग, वा अन्यथा कायमचे झाकून राहणारे पृष्ठभाग अशासारख्या, ज्यांचा खरबरीतपणा आक्षेपार्ह नसतो अशा पृष्ठभागांना, ही सफाई लागू असते. सदोष काँक्रीटची दुरुस्ती, एक इंचापेक्षा जास्त खोल असलेल्या खोलगट पृष्ठभागाची दुरुस्ती, जेथील पृष्ठभागावर आर्द्रतारोधक लेप लावावयाचा असतो अशा ठिकाणची बंधनशलाकांच्या भोकांची भरणी, अगर १२ इंचापेक्षा कमी जाडीच्या भिंतीतील भोके जेव्हा १ इंचापेक्षा जास्त खोल असतात तेव्हा त्यांची भरणी, हेच फक्त पृष्ठभागावर करावयाचे उपचार असतात. काँक्रीटचे स्पंदन केले असताना ज्या द्रव्यातून चुना गळून जाणार नाही असे कोणचेही द्रव्य फर्म्याच्या आवरणाकरिता चालू शकते. कमीत कमी परिष्कार करून फर्मे तयार करावेत.

(आ) सफाई F२

कालव्याच्या बांधकामांचे पृष्ठभाग, सायफन, पूल आणि बोगद्याच्या अस्तराचे आतल्या बाजूचे पृष्ठभाग, निर्गमद्वारे आणि उघडे सांडवे, लहान विद्युत् आणि पंपिंगची संयंत्रे, लोकांच्या ठळकपणे नजरेस न येणारे पूल आणि आधार भिंती, धरणातील सज्जे आणि भुयारे, व अपरप्रवाही दर्शनी भागावर F१ प्रकारची सफाई अनुज्ञेय आहे. अशी धरणे सोडून अन्य धरणावरील दर्शनी भाग, ज्यांच्याकरिता अन्य प्रकारच्या सफाया विनिर्देशित केलेल्या नाहीत अशा कायम उघडया पडणाऱ्या सर्व पृष्ठभागावर ही सफाई (F२) करावी लागते. फर्म्याचे आवरण जहाजी फळ्यांचे, प्लायवूडचे अगर पोलादी असावे. परवानगी घेऊन लाकडी फळ्यांचा पाठीशी आधार दिलेले पातळ पोलादी पत्रे (पोलादी अस्तर) (ह्याकरिता) वापरले तरी चालते, मात्र पोलादी अस्तराचा वापर करण्यास उत्तेजन देण्यात येत नाही. लागणाऱ्या मापाबरहुकूम आणि एका ओळीत ठळकपणे टप्पे अगर फुगवटे येणार नाहीत अशा तऱ्हेने F२ पृष्ठभाग प्राप्त होण्याकरिता फर्म्याची कौशल्यपूर्ण बांधणी केली पाहिजे.

(इ) सफाई F३

लोकांच्या ठळकपणे नजरेस येणाऱ्या, जेथे देखाव्याला विशेष महत्व असते अशा पृष्ठभागाकरिता, ही सफाई निर्दिष्ट केलेली असते. मोठाल्या विद्युत् आणि पंपिंग संयंत्राचे

इमले, कठड्यांच्यासारखे शोभिवंत घटक, आणि कायम स्वरूपांच्या इमारतींचा ह्या वर्गात समावेश होतो. F३ सफाईच्या गरजा पुऱ्या करण्याकरिता कौशल्यपूर्वक कारागिरीची आणि बिनचूक मापाबरहुकूम फर्मे बनविण्याची आवश्यकता असते. कधीकधी खोबणदाते असलेल्या फळ्या अगर प्लायवुडच्या तक्त्यांची विशिष्ठ प्रकारच्या F३ सफाईकरिता जरुरी लागते. तथापि विनिर्देशात सामान्यपणे खोबण–दात्यांच्या फळ्या अगर प्लायवुड वापरण्यास वाव दिला जातो. पोलादी अस्तराचा वापर करण्यास अनुमती देण्यात येत नाही. काँक्रीटमध्ये दिसून येतील असे टप्पे, फुगवटे अगर वाकडे तिकडेपणा असू नये. ९.७ व्या विभागात वर्णन केल्याप्रमाणे संरचन–जोडाजवळ फर्मे गच्च बसविण्यात यावेत आणि त्यांचे जोडांच्या संनिकट दृढमूलन करावे.

(ई) सफाई F४

पाण्याच्या क्रियेचे हानिकारक परिणाम थांबविण्याकरिता अवश्य असलेला एकसारखा पृष्ठभाग व बिनचूक मार्ग–निर्धारणाची जेथे जरुरी असते अशा रचित काँक्रीटच्या पृष्ठभागांच्याकरिता ह्या सफाईची जरूरी असते. अशा पृष्ठभागात निर्गमद्वारांचे भाग, वायुप्रवाह नलिका आणि उंच धरणांच्या सांडव्यांच्या बोगद्यांचा समावेश असतो. फर्मे बळकट असले पाहिजेत आणि विहित ओळीत ते ताठरपणे आणि बिनचूक धरून राहिले पाहिजेत. (घट्ट बसणाऱ्या जहाजी फळ्या, खोबणदात्याचे लाकूड, प्लायवुड अगर पोलाद यासारखे) हवे असलेले पृष्ठभाग निर्माण करू शकतील असे कोणचेही फर्म्यांचे वाण अगर पोलाद वापरता येते. वाकड्या तिकड्या झालेल्या पृष्ठभागाकरिता गच्च, गुळगुळीत फर्म्यांचे पृष्ठभाग होतील अशा आकारात कापलेल्या पदरा पदराच्या पाचर–जोडाचे फर्मे बनवावेत व नंतर हे फर्म्यांचे पृष्ठभाग जरुर तितकी गोलाई येईल अशाप्रकारे घासावेत व वाळू मारून साफ करावेत.

(उ) सफाई F५

काँक्रीटचा जो रचित पृष्ठभाग गिलावा, अगर सन्दल अगर तक्त्यांनी मढवायचा असतो त्याकरिता ह्या सफाईची जरुरी लागते. बंधाकरिता खरबरीत पोत असलेल्या पृष्ठभागाची आवश्यकता असल्याने खरबरीत दर्शनीभाग असलेल्या (S, S$_2$E) तक्त्यांच्या फर्म्यात काँक्रीट ओतावे; फर्म्यांच्या तेलाचा उपयोग करू नये. पोलादी अस्तर अगर पोलादी आवरणास परवानगी देण्यात येत नाही.

(ऊ) विशेष प्रकारची दगडी सफाई

ज्या ठिकाणचे टप्पे, फुगवटे, दुरुस्ती चिमण्या इ. काढून टाकण्यात आल्या आहेत अशा पृष्ठभागावर जलीय कारणासाठी जेथे गुळगुळीत आणि समपातळीत पृष्ठभाग असण्याची जरुरी असते अशा बोगद्याच्या व जलनलिकांच्या क्षेत्रांवर आणि विद्युत् व पंपिंग संयंत्रातील जिन्यांच्या उभारावर विशेषप्रकारच्या अश्माकार सफाईची गरज असते.

जिन्यांच्या उभारांच्याखेरीज इतर सर्व पृष्ठभागांच्याकरिता पुढे दिल्याप्रमाणे कार्यपद्धती वापरण्यात येते. काँक्रीट अजूनही अपक्व असताना पण काँक्रीट टाकून झाल्यावर १२ तासापेक्षा लवकर नाही आणि २४ तासापेक्षा उशिरा नाही अशा अवधीत फर्मे काढून घ्यावेत. फर्मे काढून घेतल्यानंतर लागलीच शिगांवरील बंधने काढून घेतल्यामुळे निर्माण झालेल्या छिद्रांच्या व चिराळलेल्या अगर छिद्रयुक्त काँक्रीट काढून टाकल्यामुळे राहिलेल्या द्वारांच्या भरणीसकट सर्व ठिगळकाम व दर्जाभराई पूर्ण करावी. आधीचे काम पुरे केल्या-नंतर विशेष सफाई करावयाची असते अशा पृष्ठभागाची उच्चगति जलस्रोतांनी संपूर्णपणे स्वच्छता करावी आणि तो पृष्ठभाग बराचसा दमट असतानाच वजनाने १ भाग सिमेंट आणि १६ नंबरच्या चाळणीतून जाणाऱ्या १ ते $1\frac{1}{2}$ भाग वाळूचा सुनम्य चुना त्या पृष्ठभागावर घासावा आणि ६० नंबरच्या ग्रिट [कार्बोरंडम] कुरुंदाच्या दगडाने घोटावा. त्यावेळी चुना जास्त न होता पृष्ठभाग समपातळीत भरून जावा म्हणून जादा चुना वापरावा. नवीन द्रव्य बरेचसे कठीण होई तो ते दगडांनी घोटण्याची क्रिया चालू ठेवावी. ७ दिवसपर्यंत आर्द्रमुरवण केल्यानंतर पृष्ठभाग गुळगुळीत करावा आणि त्याकरिता ५० अथवा ६० नंबरचा ग्रिट कुरुंद अगर दळण चाकाचाही वापर करावा. काही उदाहरणात शक्तीवर चालणाऱ्या लवचिक तबकडीचा वालुकारक वापरून मान्य होईल असा पृष्ठभाग निर्माण करता येतो. अंतिम घोटणी केल्यावर १४ दिवसांच्या मुरवण कालातील उरलेल्या कालाकरिता मुरवण क्रिया चालू ठेवण्यात येते. (वि. १२४ पहा.)

जिन्यांच्या उभाराकरिता पुढे दिलेली कार्यपद्धती वापरण्यात येते: काँक्रीट टाकून झाल्यानंतर १२ ते २४ तासांच्या दरम्यान फर्मे काढून घेण्यात येतात, आणि लागणारे सर्व ठिगळकाम व दर्जाभराई करण्यात येते. ब्रशाने उभाराचे पृष्ठभाग पूर्णपणे ओले करण्यात येतात व दर गॅलनला २ पौंड सिमेंट घातलेल्या पाण्यात बुडविलेल्या कठीण लाकडाच्या नेवल्याने तो पृष्ठभाग गुळगुळीत करण्यात येतो. त्यावरील फर्म्यांच्या सर्व खुणा व उंचवटे नाहीसे होईपर्यंत ही क्रिया चालू ठेवण्यात येते. गुळगुळीत करण्याच्या क्रियेतील पीठ ब्रशाने उभारांच्या पृष्ठभागावर अशा तऱ्हेने पसरण्यात येते की त्यामुळे सर्व खड्डे आणि लहान पोकळ्या भरून जातात. ब्रश केलेला पृष्ठभाग कठीण होऊ दिला जातो आणि नंतर निदान ३ दिवस तरी तो ओला ठेवण्यात येतो. त्यानंतर संपूर्ण पृष्ठभागावर गुळगुळीत पोत जमून एकसारखा रंग चढेपर्यंत तो पृष्ठभाग अंदाजे ५० ग्रिटच्या कुरुंदाच्या दगडाने अंतिम झिलई प्राप्त होईतो घोटण्यात येतो. नंतर १४ दिवसांच्या मुरवण अवधीतील शेषकाला-पर्यंत मुरवणाची क्रिया चालू ठेविली जाते. (अ. १२४ पहा.)

ज्या ठिकाणी विशेष प्रकारच्या वास्तुशिल्पीय दगडी सफाईची आवश्यकता असते तेथे अशा सफाईचा दगडी वालुका सफाई हा एक प्रकार असतो. पोताच्या आणि देखाव्याच्या बाबतीत ती सफाई काहीशा सिमेंटच्या प्लॅस्टरसारखी असते पण तिला बराच कमी खर्च येतो. ती रंगयुक्त अगर रंगरहित असू शकते. या क्रियापद्धतीत पूर्ण आर्द्रण करून आणि सूक्ष्म रेतीचा चुना लावून पोत्यांनी घासण्याच्या क्रिया, विशेष सफाईतील सुधारित दगड-

घोटणी आणि सिमेंट प्लॅस्टरच्या क्रिया पद्धतीत केलेली हिमफवारित काळजीपूर्वक मुरवणे आणि झोत विरहित मंद शुष्कनांचा एकत्रितपणे समावेश केलेला असतो.

ही क्रियापद्धती खालील टप्प्यात करण्यात येते.

(१) उपचारापूर्वी अनेक तास अगर रात्रभर पूर्ण आर्द्रण करणे.

(२) वाऱ्याचे झोत येऊ नयेत आणि शुष्कन कमी व्हावे म्हणून कामाची जागा बंदिस्त करणे.

(३) एक भाग सिमेंट व दोन भाग वाळू असलेले मलईदार जाड वालुका मिश्रण लाकडी अगर रबरी थापीने अगर पोत्याने पातळ थरात पसरणे. १२ नंबरच्या जाळीच्या चाळणीतून जाईल अशी सर्व वाळू वापरणे. फिक्या रंगाच्या जातीचे सिमेंट अगर मानक आणि पांढऱ्या सिमेंटचे मिश्रण वापरणे.

(४) कुरुंदाचा नेवला लागलीच संपूर्ण क्षेत्रावर काम करील अशा तऱ्हेने घोटणे. वाळूचा पोत निर्माण होण्यास जरूर असेल इतकीच, अंदाजी $\frac{1}{32}$ इंच जाडीची, द्रव्याची राशि पृष्ठभागावर राहू देणे.

(५) सात दिवसपर्यंत हलका हिमफवारा मारून पृष्ठभाग सतत दमट ठेवणे; नंतर हवेचा झोत त्यावर न येऊ देता तो सावकाश कोरडा होऊ देणे.

(ए) पोत्याने घासून केलेली सफाई.

जेव्हा रचित काँक्रीटचा, विशेषतः F_3 पृष्ठभागाचा देखावा, अपेक्षेपेक्षा बराच सुमार असतो तेव्हा कधीकधी त्याची पोत्याने घासून सफाई करण्याची गरज पडते. जरूर ती जोडणी आणि दुरुस्ती करून सर्व मोठ्या उणीवा दूर केल्यानंतर हा उपचार करण्यात येतो.

पृष्ठभाग संपूर्णपणे ओले केले जातात व ते ओले असताना पोत्यानी घासण्याचे काम चालू करण्यात येते. याकरिता वापरण्यात येणाऱ्या चुन्यात मापाने १ भाग सिमेंट व १६ नंबरच्या चाळणीतून जाणारी २ भाग वाळू असते; आणि चुन्याची संघनता घट्ट मलई-सारखी होईल इतके पाणी त्यात घालण्यात येते. भोवतालच्या काँक्रीटच्या पृष्ठभागाशी जुळण्याकरिता सिमेंटमध्ये पांढऱ्या सिमेंटचे संमिश्रण करावे लागण्याची शक्यता असते. स्वच्छ गोणपाटाने अगर स्पंजरबराच्या ब्रशाने सर्व खड्डे भरून जाण्याकरिता संपूर्णपणे त्या क्षेत्रावरून चुना घासण्यात येतो. खड्ड्यातील चुना सुनम्य असतानाच वरील प्रमाण असलेले व वरील द्रव्यांचे सुके मिश्रण पृष्ठभागावर घासावे. सर्व अतिरिक्त सुनम्य द्रव्य काढून टाकण्यास आणि खड्ड्यात भरणी केलेले द्रव्य पृष्ठभागाशी समतल राहाण्यासाठी पुरेसे शुष्क द्रव्य घालून चुना घट्ट व सघन होण्यास ह्याचा उपयोग होतो. खड्ड्यातल्या खेरीज कोणतेही द्रव्य पृष्ठभागावर राहू देऊ नये. नंतर पृष्ठभागावरील मुरवण चालू ठेवण्यात येते.

(ऐ) वालुका विक्षेपण सफाई.

पाण्याचे डाग, साचलेला गारा, मुद्रक संमिश्रणे हलकासा वालुकास्फोट करून काँक्रीटच्या पृष्ठभागावरून प्रभावीपणे व काटकसरीने काढून टाकता येतात. ह्याकरिता लागणारी वाळू ३० नंबरच्या चाळणीतून सर्वच्या सर्व बाहेर पडणारी असावी. वालुका विक्षेपण उपकरण दर चौरस इंचास १५ ते ४५ पौंड या व्याप्तीत वायुदाब नियंत्रित करू शकेल असे असावे. २०० फुटापेक्षा होजनळीची लांबी जास्त नसावी. तोटीचा ⅜ इंच व्यास सामान्यत: पुरेल इतका मोठा असतो. पण अन्य आकारही वापरण्यास हरकत नाही. जलमुरवण केलेले काँक्रीट टाकून झाल्यानंतर १४ दिवसापेक्षा व पटल मुरवणित काँक्रीट टाकून झाल्यावर २८ दिवसापेक्षा अगोदर वालुका विक्षेपण चालू करू नये. तसेच उच्च पातळीवरील सर्व काँक्रीट टाकल्यानंतर त्याचे मुरवण होईपर्यंत ते चालू करू नये. भिंतीवर वालुकास्फोटन करताना माथ्यापासून सुरवात करावी आणि खालीखाली येत जावे व त्यावेळी आडव्या दिशेने आंदोलन होईल अशी (तोटीची) हालचाल करावी. भिंतीचा काही भाग वालुक्षेपित केल्यानंतर पृष्ठभागाला चिकटून राहाणारी धूळ काढून टाकण्याकरिता तो भाग पाण्याने धुवून घ्यावा.

(ओ) निर्वातन पद्धतीने केलेली सफाई

आठव्या प्रकरणात निर्वातन प्रक्रियेची क्रियापद्धति वर्णन केली आहे.

(औ)-रचित पृष्ठभागावरील डाग काढून टाकणे

बांधकाम चालू असताना उंच पातळीवरील काँक्रीटमधून पडणारे अपद्रव्य सांडून राहिल्याने, रंग व तेल ओघळून आल्याने, गंजाच्या डागामुळे, आणि नि:सारण झाल्याने रचित पृष्ठभाग कधी कधी बेढब दिसतात. हे सारे F३ पृष्ठभागावरून काढून टाकावे लागतात. फर्म्यातील गळतीमुळे सामान्यत: निर्माण होणारे बरेचसे फराटे काँक्रीट टाकण्यात येत असताना आणि ते टाकून झाल्यानंतर फर्म्याच्या खालचे पृष्ठभाग पाण्याने धुवून काढण्याने बरेचसे कमी होतात अगर नाहीसे होतात. तेलाचे आणि सी ए- ५० ह्या रंगाचे डाग नाहीसे करण्यास झायलॉल हे विद्रावण बरेचसे परिणामकारक असते. जल-मुरवण क्रियेमुळे निर्माण झालेले गंजाचे डाग, जस्ती अगर अल्युमिनमचे नळ अगर मृदाशोषक कॅनव्हसचे होज, आ. १६३ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे वापरून, कमी करता येतात. फुक वाळू अगर १६ नंबरी चाळणीतून जाणारी अन्य नैसर्गिक वाळू वापरून हलके वालूकास्फोटन करून गंजाचे डाग समाधानकारकपणे नाहीसे करता येतात. अम्लाने धुणे सामान्यपणे परिणामकारक ठरत नाही. एस्टेस विद्युत् संयंत्राच्या प्लायवुडच्या बनलेल्या पृष्ठभागाच्या बाहेरच्या बाजूवरील संरचन डाग, पट्ट्याच्या प्रकारचा वालुकारक संपूर्ण पृष्ठभागावरून फिरवून, बऱ्याच प्रभावीपणे कमी करता आले आणि मिसळून टाकता आले आहेत.

१२१–अरचित पृष्ठभागांची सफाई

अरचित उघडे पृष्ठभाग असलेल्या काँक्रीटमध्ये अतिशय राबण्याची गरज टाळण्याकरिता जरूरी पुरतान चुना घालावा. जर मिश्रण ओले असले व त्यात प्रमाणापेक्षा जास्त वाळू असली तर अतिरिक्त पाणी आणि सूक्ष्म द्रव्य पृष्ठभागावर येईल आणि त्याचा परिणाम उच्च जल-सिमेंट गुणोत्तर असलेला व कमी प्रतीचा चुना निर्माण होण्यात आणि धूळ जमणे, जाळी पडणे, चीरा पडणे आणि संभाव्यतः खालच्या राशीपासून वेगळे होण्याच्या प्रवृत्ती निर्माण होण्यात होईल. निरनिराळ्या सफाईच्या क्रियांत इच्छित सफाई प्राप्त होण्याकरिता गरज असलेले पृष्ठभागावरील काम कमीत कमी करावे. ज्या ठिकाणी पाणी साचून राहिले आहे त्या क्षेत्रावर कोणत्याही सफाई हत्यारांचा वापर करण्यास मनाई करावी. अशा क्षेत्रावरील पाणी शोषून जाईपर्यंत, त्याचे बाष्पीभवन होईपर्यंत अगर निःसारण करून, ते पुसून काढून, होजच्या गुंडाळीने ते ओढून टाकून अगर अन्य साधनांनी काढून टाकण्यात येईपर्यंत तेथील कार्य थांबवून ठेवावे.

हवेवर उघडे पडणाऱ्या आणि जे सामान्यपणे आडवे असतात अशा अरचित पृष्ठभागांना त्यांचे निःसारण होण्याकरिता ब्यूरोच्या विनिर्देशाप्रमाणे उतार द्यावा लागतो. भिंतीच्या आणि पायट्यांच्या माथ्यासारख्या अरुंद पृष्ठभागांना सामान्यतः दर फुटास $\frac{३}{८}$ इंच उतार दिला जातो; पायमार्ग, रस्ते, फलाट आणि तक्तपोशींच्यासारख्या रुंद पृष्ठभागांना दर फुटास सुमारे $\frac{१}{४}$ इंच उतार देण्यात येतो. अरचित पृष्ठभागांकरिता विनिर्दिष्ट केलेल्या सफाईच्या वर्गांचा U१, U२, U३ व U४ असा नामनिर्देश करण्यात येतो. प्रत्येकातील अनुज्ञेय पृष्ठीय अनियमितपणा २४ व्या सारणीत दाखविला आहे. अनियमितपणाची तपासणी करण्याकरिता १० फुटी सरळपट्टी अगर मोजपट्टी वापरण्यात येते.

(अ) सफाई U१

भराई द्रव्याने अगर काँक्रीटने झाकून जाणाऱ्या पृष्ठभागावर आणि कालव्यांच्या संरचनावरील परिचालन मंचांच्या पृष्ठभागावर वापरण्यात येणारी ही पट्टीने केलेली सफाई असते. U२ आणि U३ ह्या सफाईचा हा पहिला टप्पाही असतो. एकसारखा समरूप पृष्ठभाग तयार होण्याकरिता काँक्रीट समतल करणे व ते पट्टीने गुळगुळीत करणे ह्यांचा ह्या सफाईच्या कार्यात समावेश असतो. (काँक्रीट) दृढीभूत झाल्यावर लागलीच सरलपट्टी अगर नमुनापट्टी, मार्गदर्शक म्हणून बसविलेल्या लाकडी अथवा धातूच्या कडावरून करवती-सारखी मागेपुढे फिरवून शेष काँक्रीट काढून टाकावे. जेथे बोगद्याच्या अधस्तरासारखा पृष्ठभाग वक्राकार असतो तेथे विशेष प्रकारचे मार्गदर्शक वापरण्यात येतात. अधस्तराच्या फरशीच्या लांब अरुंद विस्ताराच्या भागाकरिता अगर सपाट फरशीकरिता अवजड सरक फर्मा अगर फरशी–आणि–सफाई यंत्राचा उपयोग करणे इष्ट असते. तीव्र बाक असलेल्या अधस्तराकरिता सरक फर्मा सर्वात उत्तम असतो; सपाट अगर दीर्घ त्रिज्येच्या अनुप्रस्थ छेदाकरिता फरशी–आणि–सफाईयंत्र अधिक चांगले असते.

(आ) सफाई U_2

अन्य सफाई निर्दिष्ट केली नसेल तर सर्व बाहेरील अरचित पृष्ठभागावर वापरण्यात येणारी ही एक नेवल्याने करण्याची सफाई आहे. सायफन आणि पसरत्या नळाच्या अधस्तराचे पृष्ठभाग, कालव्याच्या संरचना, सांडवे, निर्गमद्वार आणि शमनकुंडे यांच्या तक्तपोशी, विद्युत् आणि पंपिंग संयंत्राच्या बाहेरच्या तक्तपोशी, सेवेदार बोगद्यांच्या गॅलरींच्या, संपांच्या, पुलांच्या आणि तात्पुरत्या मोडनाल्यांच्या तक्तपोशी, पारेषण तारमार्ग आणि पुलांचे खांब आणि भिंती यांचे माथे, पण ठळकपणे दिसून येणाऱ्या कठड्याच्या भिंतीचे माथे सोडून, आणि गटारांचे, बाजूच्या फुटपाथांचे आणि बाहेरील प्रवेश लाद्या यांचें पृष्ठभाग, यांसाठी ही सफाई वापरण्यात येते. तसेच पुलाच्या तक्तपोशी, पूर्व रचित छत अगर पटल जलरोधक यांनी झाकून टाकलेल्या लादींनाही ती लागू करण्यात येते. हातांनी अगर यंत्रचलित साधनानी पृष्ठभाग गुळगुळीत केले तरी चालते. कॉंक्रीटचा पृष्ठभाग काहीसा घट्ट झाल्याखेरीज आणि आर्द्रता पटल अगर " चकाकी " नाहीशी झाल्याखेरीज ही सफाई चालू करू नये. पृष्ठभागावर एकसारखा पोत येण्याकरिता आणि स्क्रीडच्या खुणापासून मुक्त होण्यास जरूर असणाऱ्या तरणापेक्षा तो जास्त गुळगुळीत करू नये, जर U_3 प्रकारची सफाई करावयाची असेल तर नेवल्याने गुळगुळीत करताना अतिरिक्त पाणी नसलेली चुन्याची अल्प राशि पृष्ठभागावर राहू द्यावी. त्यामुळे परिणामकारकपणे थापीकाम करता येते. नेवल्याने गुळगुळीत करण्याचे कार्य चालू असतानाच जरूर ती काटछाट करावी अगर भर घालावी. धार आणणाऱ्या हत्यारांनी जोड आणि कडांची सफाई करावी. हत्याराने तयार केलेल्या कडा रचित कोन–भारणीपेक्षा पुष्कळवेळा जास्त पसंत असतात.

(इ) – सफाई U_3

(बद्ध कॉंक्रीट अगर टेरॅझो सफाई करण्यात येणाऱ्या लादींच्या खेरीज) इमारतींच्या आतील तक्तपोशींच्या लाद्या, ठळकपणे दृष्टीस पडणाऱ्या कठड्यांच्या भिंतींचे माथे, बोगद्याचे अधस्तर आणि मुयारी सांडवे, आणि आतल्या जिन्यांचे पायटे आणि उंबरठे यांच्यावर वापरण्यात येणारी ही थापीने केलेली सफाई असते. नेवल्याने गुळगुळीत केलेल्या पृष्ठभागावरून आर्द्रतापटल आणि चकाकी नाहीशी होईपर्यंत आणि पृष्ठभागावर अतिरिक्त सूक्ष्म द्रव्य आणि पाणी येण्यास अडथळा येईल इतके कॉंक्रीट कठीण झाल्याशिवाय पोलादी थापीकाम सुरू करू नये. प्रमाणाबाहेर थापीकाम केल्यामुळे, विशेषत: जर ते अति लवकर सुरू केले तर त्यामुळे, चरे पडण्याकडे आणि टिकाऊपणाचा अभाव होण्याकडे प्रवृत्ती उत्पन्न होते. थापीकामात प्रमाणाबाहेर जर विलंब झाला तर त्यामुळे पृष्ठभाग इतका कठीण होतो की त्याची योग्य सफाई करता येत नाही. तरणामुळे शिल्लक राहिलेला वालुकामय पृष्ठभाग सपाट होईल आणि गुळगुळीत होईल इतक्या भक्कम दाबाने पोलादी थापीकाम करावे. थापीकामात भरीव , दोषरहित, खाचखळगे व थापीच्या खुणा नसलेला

एकसारखा पृष्ठभाग निर्माण झाला पाहिजे. हलके थापीकाम आणि थापीच्या अल्प खुणा, पुर्वरचित छत आणि पटल–जलरोध झाकण्यात येणाऱ्या पृष्ठभागावर, राहिल्या तरी सामान्यपणे चालते. नित्याचे प्राथमिक थापीकाम केल्यानंतर " स्वीट स्वेदने " अगर हलकी " स्क्रूल " " पत्रलते " च्या प्रकारची लगेच सफाई करून सफाई केलेला पृष्ठभाग प्राप्त करता येतो.

पृष्ठभाग झिजू नये आणि गंज रोधक व्हावा म्हणून जेथे " कठीण पोलादी थापीच्या सफाई " ची खास सफाई म्हणून गरज असते तेथे नेहमीची U_3 सफाई झाल्यावर पृष्ठभाग जवळजळ कठीण होताच त्यावर पुन: थापी फिरवण्यात येते. त्यावेळी भक्कम दाब देण्यात येतो व पृष्ठभाग कठीण होईतो आणि त्यावर काहीसा चकचकीतपणा येई–पर्यंत थापीकाम करण्यात येते.

(ई) सफाई U_4

कालव्याच्या आणि आडव्या अस्तरांच्याकरिताही सफाई विनिर्दिष्ट करण्यात येते. एकसारखेपणा, गुळगुळीतपणा आणि अश्मकप्पे आणि पृष्ठीय पोकळयापासून मुक्त होण्या-करिता लांब दांड्याच्या पोलादी थापीचा परिणामकारक वापर करून प्राप्त होणाऱ्या सफाईदार पृष्ठभागाच्या बरोबरीचा हा तयार पृष्ठभाग असला पाहिजे. पृष्ठभागावरील हलके पोचे आणि थापीच्या पुसट खुणा आक्षेपार्ह नसतात. जेव्हा अस्तर–यंत्राने निर्माण केलेला पृष्ठभाग विनिर्देशित आवश्यकता पुऱ्या करतो तेव्हा आणखी सफाईची जरुरी नसते. अस्तर–यंत्रामुळे काही खरबरीत जागा जरी राहिल्या तरी मान्य होईल अशी सफाई करण्यात श्रम वाचावे म्हणून थोडासा चुना लागलीच वापरण्यास हरकत नाही.

(उ) केसासारख्या चिरा पडू न देणे

सफाईचे कार्य चालू असताना प्रमाणापेक्षा जास्त कार्यवाही केल्यामुळे निर्माण झालेल्या पृष्ठभागावर पाणी आणि सूक्ष्म कणांच्या संकेंद्रणांच्यामुळे या केशाकार चिरा उत्पन्न होतात. अवेळी सफाई केल्यामुळे आणि अतिशय शुष्कन अगर शीतन केल्याने अशा चिराळण्यात वाढ होते. नुकसान न होता तयार पृष्ठभाग झाकून ठेवता येण्यापूर्वी तो तडकून जाईल इतकी कमी आर्द्रता जेव्हा असते तेव्हा तो पृष्ठभाग ओलसर करावा आणि पृष्ठभाग धुवून जाणार नाही अगर त्यावर पाण्याची डबकी तयार होणार नाहीत इतका त्यावर अतिसूक्ष्म पाण्याचा फवारा मारून तो ओलसर ठेवावा. अपक्व कॉंक्रीटची ते गार केल्यामुळे चिराळण्याकडे प्रवृत्ती होत असल्याने प्राथमिक ओलाव्याकरिता वापरण्यात येणारे पाणी कॉंक्रीटपेक्षा जास्त थंड असू नये. (ते गरम असणे जास्त पसंत असते). थापीकाम करण्याच्या अगोदर विकसित होणाऱ्या तडकण्याच्या भेगा हात तरणीने कॉंक्रीट ठोकून सामान्यपणे बंद करता येतात.

१२२ – उच्चगति प्रवाहाशी संबंध येणाऱ्या काँक्रीटच्या पृष्ठभागांच्या विशेष गरजा.

उच्चगति प्रवाहाशी संबंध येणाऱ्या काँक्रीटच्या पृष्ठभागांच्या सफाईची विशेष जरूरी तीव्र निर्वातन आणि हानिकारक क्षरण थांबविण्याकरिता असते. तसेच काँक्रीटची पृष्ठ–भागावरील अगर त्याच्या संपूर्ण वस्तुमानातील शक्ती वाढविण्याची प्रवृत्ती असणाऱ्या द्रव्यांच्यामुळे क्षरण प्रतिरोधात वाढ होते. उच्चगति जलप्रवाहाच्या आतील अगर त्याच्याशी अभिलंब असलेल्या लहान तुटक धारदार कोपऱ्यांच्या टप्प्यांवर केलेल्या ब्यूरोच्या प्रयोग शाळेतील आणि जागेवरील चांचण्यावरून असे दिसून आले आहे की (सामान्य) हवामान परिस्थितीत जेव्हा पाण्याचा वेग दर सेकंदाला सुमारे ४० फूट होतो तेव्हा तुलनेने लहान टप्पे असलेल्या अनुप्रवाही दिशेकडे निर्वातन आणि हानिकारक क्षरणास सुरवात होते. ह्या मूल्यापेक्षा जेव्हा वेग वाढतो तेव्हा ह्या प्रकारच्या टप्प्यावर विशेष प्रकारच्या मर्यादा घालाव्यात आणि त्यांच्यावर विशेष प्रकारचे उपचार करावेत.

(अ) – निर्गमद्वार नलिका आणि बोगद्यांचे पृष्ठभाग.

प्रवाहाच्या आतील अगर तोंडाशी असणाऱ्या तुटक प्रकारच्या टप्प्याच्यामुळे निर्माण होणाऱ्या निर्वातनाच्या समस्या, जेव्हा उच्चगति प्रवाहाचा संबंध येतो तेव्हा जर नियंत्रक दरवाजांच्या लगेच अनुप्रवाही दिशेस त्या घडत असल्या तर विशेषप्रकारे गंभीर होऊ शकतात. दरवाजाच्या द्वारांतून जात असलेल्या उच्चगति प्रवाहामुळे प्रवाहाचे सीमापटल विस्कळित होते, आणि (त्यावेळी) वेगावर अवलंबून असणारा विशिष्ठ लांबीचा अखंड पृष्ठीय संपर्क प्रस्थापित करावा लागतो. २५ व्या सारणीत दिल्याप्रमाणे दरवाजांच्या चौकटींच्या कडांपासून अनुप्रवाही दिशेने विशिष्ठ अंतरापर्यंत निर्गमद्वार नलिकांच्या आणि बोगद्यांच्या प्रवाह पृष्ठावरील हे तुटक प्रकारचे टप्पे ठराविक अंतरापर्यंत घासून पूर्णपणे नाहीसे करण्याची ब्यूरोच्या विनिर्देशात तरतूद केलेली आहे.

सा. २५ – उच्चगति प्रवाहातील विस्थितीकरिता आणि अपघर्षणाकरिता सवलती.

दर सेकंदास फुटात वेगाची व्याप्ती	दरवाजाच्या चौकटीवर करावयाच्या उपचाराचे अनुप्रवाही अंतर (फूट)	उंची आणि लांबीचे घासण्याच्या कोनाशी गुणोत्तर
४० ते ९०	१३	१ स २०
९० ते १२०	३०	१ स ५०
१२० पेक्षा जास्त	५०	१ स १००

उच्चगति प्रवाहाशी संबंध येणाऱ्या दरवाजांच्या चौकटींच्यापासून लगेच अनुप्रवाही दिशेकडील क्षेत्रांच्या पलीकडील निर्गमद्वार नलिका आणि बोगद्यांच्या त्या पृष्ठभागावरील प्रवाहात येणारे तुटक टप्पे कमी करण्याकरिता दक्षतेचे उपायही आगाऊ योजण्यात येतात. सामान्यपणे शमनकुंडाच्या पहिल्या अपरप्रवाही आडव्या संरचन जोडाच्याजवळ या दक्षता उपायांचा शेवट करण्यात येतो. (विशिष्ट) बिंदूपासून अपरप्रवाही पृष्ठभागावरील प्रवाहाच्या आतील तुटक टप्पे, $\frac{1}{8}$ इंचापेक्षा जास्त असू नयेत आणि ह्या मर्यादेचे जर त्यांनी उल्लंघन केले तर २५ व्या सारणीत ठरवून दिलेल्या प्रवाहवेगास अनुसरून ते घासून संपूर्णपणे नाहीसे करावेत.

उच्च गति प्रवाहाशी अभिलंब आणि त्यापासून दूर असणारे आणि अशा प्रवाहाशी समांतर असणारे तुटक प्रकारचे टप्पे फक्त २४ व्या सारणीत तरतूद केल्याप्रमाणे विशिष्ठ सफाईकरिता सामान्यपणे अनुज्ञेय असलेल्या मर्यादेत असावे लागतात.

(आ) भुयारी सांडव्यांचे पृष्ठभाग

दर से. स ४० फुट अगर त्यापेक्षा जास्त वेग असणाऱ्या प्रवाहाशी संबंधित भुयारी सांडव्यांचे पृष्ठभाग, तुटक टप्पे कमी करण्याच्या अगर नाहीसे करण्याच्या बाबतीतही क्रांतिक असतात. वि, १२० (ऊ) मध्ये तरतूद केल्याप्रमाणे विशिष्ठ दगडी सफाई मिळणाऱ्या मध्य रेषेच्या अगर उडाण रेषेच्या खालील भुयारी सांडव्यांच्या कोपऱ्यांचे पृष्ठभाग, दगडी सफाई पुरी झाल्यानंतर तुटक प्रकारांच्या टप्प्यापासून मुक्त असले पाहिजेत. बोगद्याच्या कोपऱ्यांच्या अनुप्रवाही टोकापासून अंदाजे बोगद्यांच्या ५ व्यासांच्या अंतराकरिता उच्च गति प्रवाहाच्या संपर्कातहि राहणारे भुयारी सांडव्याच्या छेदाच्या पृष्ठभागावरील तुटक टप्पे, प्रवाहाच्या अवस्थामुळे निर्वात स्थिती निर्माण होऊ नये म्हणून, संपूर्णपणे काढून टाकावेत. जर ह्या पृष्ठभागावर तुटक टप्पे निर्माण झाले तर २५ व्या सारणीत ठरवून दिल्याप्रमाणे प्रवाहवेगास अनुसरून तिरके घासून पूर्णपणे ते नाहीसे करावेत.

सांडव्याच्या भुयाराच्या कूपापासून भुयाराच्या कोपऱ्याच्या सुरवातीपर्यंतच्या पृष्ठभागांकरिता आणि ५ व्यासाच्या छेदाच्या अनुप्रवाही दिशेकडील सांडव्याच्या भुयाराच्या पृष्ठभागाकरिता प्रवाहाशी समांतर नसलेले तुटक टप्पे निर्माण होऊ नयेत म्हणून विशेष काळजी घ्यावी आणि ह्या पृष्ठभागांच्यावर टप्पे निर्माण झालेच तर २५ व्या सारणीत ठरविलेल्या प्रवाहवेगास अनुसरून तिरके घासून त्यांचा निरास करावा. प्रवाहाच्या दिशेशी समांतर असणारे ह्या पृष्ठभागांच्यावरील तुटक टप्पे एका इंचाच्या $\frac{1}{8}$ पेक्षा जास्त असू नयेत आणि ते या मर्यादेपेक्षा जर जास्त असले तर २५ व्या सारणीत ठरवून दिल्याप्रमाणे प्रवाहवेगास अनुसरून आवश्यक तितके तिरके घासून ही अतिरिक्तता नाहीशी करावी.

१२० व्या विभागात स्पष्ट केल्याप्रमाणे क्रमशः निर्माण होणारा, उच्च गति प्रवाहाशी संबंध येणाऱ्या सांडव्यांच्या भुयाराच्या पृष्ठभागावरील अनियमितपणा एका इंचाच्या $\frac{1}{4}$ पेक्षा जास्त असू नये.

(इ) मुक्तवाही सांडव्यांचे पृष्ठभाग

उच्च गति प्रवाहाशी संबंध येणाऱ्या उघड्या सांडव्यांच्या पृष्ठभागावरील तुटक टप्प्यामुळे अपघर्षण अगर निर्वातन निर्माण होऊ नये म्हणून काळजीचे उपाय आगाऊ योजावेत. अशा पृष्ठभागावरील जे तुटक टप्पे प्रवाहाच्या दिशेशी समांतर नसतात आणि जे प्रवाहाच्या आत गेलेले असतात ते एका इंचाच्या $\frac{1}{8}$ पेक्षा जास्त असू नयेत. जेव्हा ही मर्यादा ओलांडली जाते तेव्हा २५ व्या सारणीत ठरवून दिल्याप्रमाणे प्रवाहाच्या वेगास अनुसरून लागणाऱ्या तिरकस कोनाइतके घासून ते नाहीसे करावेत. प्रवाहापासून दूर अगर समांतर असणाऱ्या टप्प्यांनी सारणी २४ मध्ये तरतूद केल्याप्रमाणे विशिष्ट सफाई-करिता फक्त कमाल अनुज्ञेय मर्यादा पुऱ्या कराव्या लागतात

१२३–दरजा भरणी आणि आर्द्रता रोध

(अ) **रंगविणे**- ब्यूरोच्या रंगनियम पुस्तिकेत काँक्रीटकरिता वापरावयाचे रंग आणि ते कसे लावावाचे यांचे विवेचन आणि चर्चा केली आहे.

(आ) **आर्द्रता-दमटपणा-रोध**– मागे टाकलेला भराव आणि इतर भूमि द्रव्यातील ओलाव्याचा काँक्रीटमध्ये प्रवेश होऊ नये म्हणून बांधकाम चालू असताना निरनिराळ्या बिट्युमिनच्या आणि अन्य " जलरोधक " संमिश्रणानी त्याच्या पृष्ठभावर उपचार करावा लागला आहे. तथापि अनुभवाने असे दिसून आले आहे की काँक्रीटच्या संरचनातून होणारा आर्द्रतेचा प्रमुख शिरकाव (त्यातील) चिरांतून, संरचन जोडांतून अगर दृढीभूत न झालेल्या काँक्रीटच्या क्षेत्रातून होतो व त्याला कोणताही सामान्य दमटपणाविरोधी उपचार थांबवू शकला नसता. काँक्रीट, विशेषत: भारी भिंती आणि जलनळांतील काँक्रीट, स्वयंही सर्व व्यवहार्य कामासाठी विद्यमान विनिर्देश आणि सूचनाबरहुकूम त्याची संरचना केलेली असेल तर, आतल्या बाजूस समाधानकारकपणे सुके राहील अशी अपेक्षा असते. ह्या कारणाकरिता ब्यूरोच्या कामावर आर्द्रता निरोधनाच्या उपचाराचा वापर कमी कमी होऊ लागला आहे आणि अधिक चांगले संरचन जोड आणि संकुचन जोड प्राप्त करण्याकडे आणि चांगल्या प्रकारे दृढीभूत झालेले अपारगम्य काँक्रीट टाकण्याकडे अधिक लक्ष देण्यात येत आहे.

जेथे चिरा, जोड, अगर सच्छिद्र काँक्रीटमधून आक्षेपार्ह गळती होते तेथील देखभाल आणि परिस्थितीत सुधारणा करण्याकरिता विणकरीवर अगर चादरीवर जलरोधक द्रव्यांचे लवचिक पापुद्रे बनविण्यात येतात. तपमानातील अगर आर्द्रतेतील फरकामुळे जेव्हा चिरेच्या रुंदीत फरक पडतो तेव्हा हे पापुद्रे फाटून जाण्याचा धोका नसणारे असे चिरांचे आणि जोडांचे आच्छादन तयार करतात. काँक्रीटच्या संरचनेच्या क्रांतिकपणे उघड्या पडलेल्या भागांचे सेवायुक्त आयुष्य वाढविण्याकरिता एका ऋतुसहन क्रियापद्धतीचे वि. १३८ मध्ये वर्णन केले आहे. ही प्रथा दुरुस्तीकरिता नसून आवश्यकतया प्रतिबंधक असते.

(उ) मुरवण

१२४– आर्द्र मुरवण

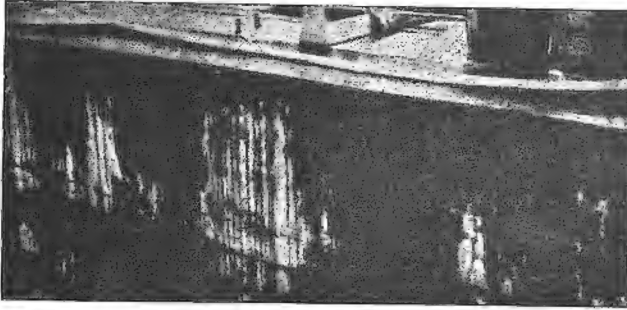
सिमेंटच्या जलयोजनाला लागणाऱ्या पाण्यापेक्षा बराच जास्त पाण्याचा अंश ताज्या कॉंक्रीटमध्ये असतो. तथापि प्रारंभिक पक्वता प्राप्त झाल्यानंतर बाष्पीभवनाने अगर अन्य कारणांनी बऱ्याच प्रमाणात जलहानी झाल्यामुळे पूर्णपणे जलयोजन होण्यास विलंब होतो अगर अडथळा येतो. तुलनेने जलद जलयोजन होण्याच्या अगोदरच्या अवस्थेत अवश्य असणाऱ्या आर्द्रतेची हानी रोखणे अगर भरून काढणे हा मुरवणाचा उद्देश असतो. हा उद्देश साध्य करण्याची नेहमीची कार्यपद्धती उघड्या पृष्ठभागावर फवारे मारून अगर डबकी तयार करून अगर माती, वाळू अथवा गोणपाट ओल्या स्थितीत ठेवून तो सतत ओलसर ठेवणे ही असते. पूर्व निर्मित कॉंक्रीट आणि थंड हवेत टाकलेले कॉंक्रीट बंदिस्त केलेल्या जागांत वाफ सोडून अनेक वेळा ओलसर ठेविण्यात येते. ह्या कार्यपद्धतीला " आर्द्र मुरवण " पद्धती असे म्हणतात. (कॉंक्रीट) लवकर सुके होण्याचे थांबविले पाहिजे नाहीतर कॉंक्रीटमध्ये संभाव्य गुणधर्म पूर्णपणे विकसित होणार नाही. गरम, कोरड्या, सुसाट वाऱ्यात, कोपरे, कडा व पृष्ठभाग अधिक सहजतेने शुष्क होतात. जर हे भाग सुके होऊ दिले नाहीत आणि त्यांच्यात काठिण्य व दर्जा पूर्णपणे विकसित झाले तर कॉंक्रीटच्या आतील भागांचे पुरेशा प्रमाणात मुरवण झालेले असेल.

ब्यूरोच्या विनिर्देशाप्रमाणे I, II, अगर V व्या प्रकारांच्या सिमेंटपासून तयार केलेले कॉंक्रीट किमान १४ दिवस आर्द्र ठेवावे लागते आणि IV प्रकारचे सिमेंट अगर कोणच्याही प्रकारचे सिमेंट व पोझोलान एकत्रित करून तयार केलेले कॉंक्रीट किमान २१ दिवस आर्द्र ठेवावे लागते. V व्या प्रकाराच्या सिमेंटपासून तयार केलेल्या कॉंक्रीटच्या काठिण्याचा वेग, I व II ऱ्या प्रकारांच्या सिमेंटपासून तयार केलेल्या कॉंक्रीटपेक्षा काहीसा मंद असतो. ह्या कारणाकरिता जेव्हा V व्या प्रकाराचे सिमेंट वापरलेले असते तेव्हा त्याचे संपूर्णपणे मुरवण करण्याची तरतूद करण्यास विशेष महत्व असते. आर्द्र मुरवण पूर्ण झाल्यानंतर (विशिष्ट) शुष्कनाच्या कालावधीमुळे सल्फेटच्या आघाताला प्रतिरोध करण्याची क्षमता बहुधा कार्बनीकरण झाल्यामुळे बऱ्याच प्रमाणात वाढते असे चांचण्या-वरून दिसून येते.

उन्हापासून संरक्षण केलेल्या कॉंक्रीटच्या मुरवणात शुष्कन कालावधींच्यामुळे अडथळा येण्याचा संभव कमी असतो आणि म्हणून कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागावर उन्हात फवारे मारण्या-पेक्षा ते जास्त प्रभावी होण्याचा संभव असतो. ह्या कारणाकरिता भिजविलेले गोणपाट कॉंक्रीटवर टाकणे उत्तम असते; ते कॉंक्रीट केवळ आच्छादून टाकते एवढेच नव्हे तर चांगल्या आर्द्र मुरवणाला अवश्य असलेला ओलावाही (त्यात) धरून ठेवू शकते.

कामावर तसेच राहू दिलेल्या लाकडी फर्म्यांच्यामुळे उन्हापासून चांगले संरक्षण मिळते परंतु त्यामुळे बाहेरील कॉंक्रीटच्या आर्द्र मुरवणाची पद्धत म्हणून मान्य होण्याइतका पुरेसा

ओलावा काँक्रीटमध्ये रहात नाही. तथापि इमारतींच्या आतील बाजूच्या छतांच्या आणि भितीच्या मुरवणाकरिता फर्मे किमान ४ दिवस जागेवर राहू दिल्यामुळे प्राप्त होणाऱ्या मुरवणाखेरीज अन्य (मुरवणाची) जरूरी लागत नाही. भितीच्या, खांबांच्या आणि तुळयांच्या माथ्यासारखे फर्म्यातील अरचित काँक्रीटचे पृष्ठभाग, खराबी होण्यास ते प्रतिरोध होईल इतके कठीण होताच, भिजविलेल्या गोणपाटाने अगर अन्य प्रभावी साधनांनी ओले करावेत. हे पृष्ठभाग आणि खडे उतार असलेले अगर उदग्र रचित पृष्ठभाग, फर्मे काढून घेण्याच्या आधी आणि ते काढून घेण्यात येत असताना, वरच्या पृष्ठभागावर पाणी घालून आणि फर्मे व काँक्रीटच्या मधून ते वाहू देऊन पूर्णपणे आणि सतत ओले ठेवावेत. अशा कामासाठी मृदाशोषक होज नळ विशेषेकरून उपयुक्त असतो. (आ. १६३ पहा) चांगल्या प्रकारे ओल्या केलेल्या पार्श्वभरणापासून मिळते त्यापेक्षा अधिक चांगले मुरवण आणि संरक्षण नाही. तक्तपोशी, फरशी आणि इतर लाद्यांवर डबक्यासारखे पाणी साठवून ठेवण्याने जाळी पडणे, चिरा पडणे आणि झीज परिणामकपणे कमी करता येतात. विद्युत् अगर पंपिंग संयंत्रांच्या इमारतींच्या वरच्या पृष्ठभागांवरील मुरवणाच्या पाण्याच्या निःसारणात, कधीकधी वरच्या पातळीवरील संरचनेच्या कार्यातील निःसारणामुळे, झालेल्या वाढीमुळे पृष्ठभाग बेढब होतात व स्वच्छ करण्याचे महाग उपाय वापरूनच हा देखावा सुधारता येतो



आ. १६३

मृदाशोषक होजनळाने केलेले जलमुरवण. लोखंडी नळी वापरून पडणारे गंजाचे डाग ह्यामुळे निर्माण होत नाहीत. P X – D – 34609

१२५–मोहोरबंदी पटलांच्या सहाय्याने केलेले मुरवण

काही परिस्थितीत फर्मे काढून घेतल्यावर लगेच उघडया पृष्ठभागावर, मिश्रण जलाचे बाष्पीभवन रोखून धरण्याकरिता अभिकल्पन केलेली मोहोरबंदी पटले वापरून, काँक्रीटचे

मुरवण करणे इष्ट असते. योग्य तऱ्हेने घातलेले पटल बहुतेक परिस्थितीत पुरेसे मुरवण होण्यास लागेल इतकी आर्द्रता राखून ठेवते.

ब्यूरोच्या प्रकल्पावर कालव्याची अस्तरे आणि संबंधित संरचनातील कॉंक्रीटच्या मुरवणाकरिता पांढऱ्या रंगाच्या मोहोरबंदी संमिश्रणाचा वापर करण्याची सध्याची प्रथा आहे. मोडबांधावर मातीच्या धरणाशी अंगभूत असलेल्या संरचनांच्या जल मुरवणाकरिता पर्याय म्हणून पांढऱ्या रंगाचे संमिश्रण वापरण्यासही पुष्कळवेळा परवानगी देण्यात येते. तेले, मेणे, अगर राळ ह्या वहन द्रव्यात क्षमता असलेला विक्षेपित केलेला बारिक दळलेला उच्च प्रमाणात झाकण्याची क्षमता असलेला पांढरा रंग आणि विद्रावण यांचे हे संमिश्रण असते. हे मिश्रण ब्यूरोच्या विनिर्देशास अनुसरून तयार केलेले पुरवण्यात येते व कामावर ते पातळ करू नये अगर अन्यथा त्याची बनावट बदलू नये. दर गॅलनला १५० चौ. फूट इतक्या कमाल विनिर्दिष्ट पसरणी इतके, योग्य प्रमाणात गुळगुळीत असलेल्या पृष्ठभागावर, जेव्हा ते लावण्यात येते तेव्हा तो पृष्ठभाग पांढरा दिसू लागतो आणि कॉंक्रीटचा स्वाभाविक रंग प्रभावीपणे झाकून जातो. कॉंक्रीटवर उपचार केले नसताना अगर पूर्वी वापरीत असलेल्या स्वच्छ व काळ्या संमिश्रणाचे लेप दिले असताना प्रत्यक्षपणे अवशोषित केली जाणारी सूर्याच्या प्रकाशातील बरीचशी उष्णता ह्या पांढऱ्या लेपामुळे परावर्तित होते. उष्ण हवेत तपमानातील ही घट ४०°F इतकी असू शकते. औष्णिक प्रसरण आणि संकुचनामुळे चिरा पडतात. त्यात अधिक एकसारख्या व कमी तपमानामुळे भरीव घट होते. डेन्व्हर प्रयोगशाळांतील आणि जागेवर केलेल्या चाचण्यांच्या माहितीवरून असे दिसून येते की पांढऱ्या रंगाच्या संमिश्रणाच्या वापराचा कॉंक्रीटचे कमी तपमान राखण्यात आच्छादन घालण्याने जो परिणाम होतो तोच परिणाम होतो.

उष्णता परिवर्तक लेप देण्याची जरूरी नसलेल्या बोगद्यांच्या अगर सायफनांच्या आतल्या पृष्ठभागांचे पटल मुरवण करण्याकरितासुद्धा पांढऱ्या रंगाचे संमिश्रण विनिर्दिष्ट करण्यात आले आहे. अशा वेळी स्वच्छ आणि काळ्या लेपामुळे तपासणीस जी सुविधा लाभत नाही ती पांढऱ्या लेपामुळे लाभते कारण रंगीबेरंगी अगर करड्या रंगाच्या देखाव्यामुळे अपुऱ्या आच्छादनाची सूचना मिळते.

किमान २८ दिवसपर्यंत मोहोरबंदी लेप जशाचा तसा राहील अशी मोहोरबंदी संमिश्रणाची बनावट असली पाहिजे. प्रभावी मुरवणाची खात्री मिळण्याकरिता जरूर असलेले आच्छादन परिस्थितीप्रमाणे बदलते. थापीने गुळगुळीत केलेल्या पृष्ठभागाला वायवीय पद्धतीने लावलेल्या चुन्याच्या पृष्ठभागासारख्या खरबरीत पृष्ठभागाच्या तुलनेने कमी संमिश्रण पुरते. हवामान परिस्थितीत आणि कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागात होणाऱ्या बदलाकरिता लागू होणारी आच्छादनाची प्रमाणे एका प्रकल्पाकरिता सुद्धा ठरविणे अव्यवहार्य असते. तथापि सामान्य आच्छादनाकरिता दर गॅलनला १५० फुटापेक्षा जास्त नाही अशी आच्छादनाची आवश्यकता आणि खरबरीत पृष्ठभागाकरिता एकसारखे पांढरे अखंड पटल प्राप्त करण्याकरिता जरूरीप्रमाणे कमी आच्छादनाची जरूरी ब्यूरोने प्रस्थापित केली आहे.

(अ. १८२ पहा.) चाचण्या व क्षेत्रीय निरीक्षणावरून असे दिसून आले आहे की योग्य प्रमाणात गुळगुळीत असलेल्या पृष्ठभागावर दर गॅलनला १५० चौ. फूट आच्छादनाने, जर २८ दिवस पटल जसेचे तसे राहू दिले तर, १४ दिवस सतत केलेल्या आर्द्र मुरवणाइतकी तरतूद होते.

२८ दिवसांच्या मुरवण कालानंतर हवेच्या परिणामामुळे पांढऱ्या रंगाच्या संमिश्रणात रंगीबेरंगी चेहेरेपट्टी पुष्कळवेळा विकसित होत असल्यामुळे लोकांना ठळकपणे दिसणाऱ्या विद्युत् आणि पंपिंग संयंत्रांच्या बाहेरील बाजूवर आणि पुलांच्या तक्तपोशी, अंत्याधार आणि मध्यपादांच्या पृष्ठभागावर त्याचा वापर करण्यास कधीकधी आक्षेप घेण्यात येतो. अशा पृष्ठभागाच्या मुरवणाकरिता, रंगात बऱ्याचशा प्रमाणात काँक्रीटच्या रंगाशी जुळणाऱ्या आणि म्हणून हवेत राहिल्यावर जास्त चांगले दिसणाऱ्या करड्या रंगाच्या संमिश्रणाचा ब्यूरो अलिकडे विनिर्देश करीत असतो. करड्या रंगाची पांढऱ्या प्रमाणेच जवळजवळ वहनक्षमता असते परंतु त्याचा उष्णता प्रतिरोध जरासा कमी असतो आणि काँक्रीटच्या दृश्यभागास जेव्हा महत्व असते तेव्हाच त्याचा उपयोग करावा.

क्वचित् प्रसंगी प्रारंभिक आर्द्र मुरवणाला मोहोरबंदी मिश्रणानी होणाऱ्या मुरवणाची जोड द्यावी लागते. एका कालव्याच्या काही भागातील बाजूच्या उतारावरील अस्तर आडव्या दिशेने बऱ्याच प्रमाणात तडकले होते. मोहोरबंदी संमिश्रण लावावयाच्या आधी आर्द्र मुरवण २४ तासपर्यंत करून हे भेगाळणे बरेचसे नाहीसे करण्यात आले, हे एक याचे उदाहरण आहे. योग्य मुरवणाकरिता मोहोरबंदी संमिश्रण लावणे सामान्यपणे पुरेसे होते पण जर मुरवण पटलाच्या पर्याप्ततेची शंका येईल अशी परिस्थिती असेल तर एक बहुमोल अनुषंगिक आणि आगाऊ दक्षतेचा उपाय म्हणून प्रारंभिक आर्द्र मुरवणाची जरूरी लागेल. फवारा मारून एका थरात मोहोरबंदी संमिश्रण लावण्यात येते. ते संपूर्णपणे व निःशेष पसरण्याची खात्री करण्याकरिता दिलेल्या क्षेत्राला लागणाऱ्या संमिश्रणातील अंदाजी निम्मे, झोत बंदुक एकाच दिशेने मागेपुढे फिरवून, लावावे व उरलेले ह्या दिशेच्या काटकोनात लावावे. फवारणी करण्याचे उपकरण दाबटाकीच्या प्रकाराचे असावे व ते लावले जात असताना सतत ढवळले जाईल अशी त्यात तरतूद केलेली असावी. संमिश्रणात ओलावा अगर तेल जाऊ नये म्हणून संपीडित वायुनलिका पाशबद्ध कराव्यात. सामान्यपणे फळबागेत वापरतात अशी हातफवाऱ्यांची उपकरणे सोयीस्कर नसतात. हवे असेल तर रचित पृष्ठभागावर ब्रशाचा वापर करावा परंतु अरचित काँक्रीटवर त्याचा वापर करू नये कारण ब्रशाने संमिश्रण लावतेवेळी काँक्रीट खराब होण्याइतके नरम असते. अशा खराबीमुळे संमिश्रणाचा अतिप्रमाणात शिरकाव होईल इतका पृष्ठभाग उघडा पडतो आणि त्यामुळे पटलाची अखंडता तुटते. मोहोरबंदी संमिश्रण लावण्याच्यावेळी रचित काँक्रीट चांगल्या प्रकारे संपृक्त असणे महत्वाचे असते. फर्मे काढून घेतल्यावर तात्काळ हलक्या फवारणीने पृष्ठभाग ओला करावा आणि अधिक पाणी सहजपणे शोषले जाण्याचे थांबेपर्यंत हे आर्द्रण चालू ठेवावे. आर्द्रपटल दिसेनासे होताच आणि पृष्ठभाग अद्याप दमट असेपर्यंत संमिश्रण

लावावे. रचित कॉंक्रीटच्या बाबतीत कडा, कोपरे आणि खरबरीत जागा संमिश्रणाने चांगल्या प्रकारे झाकून जाव्यात म्हणून विशेष काळजी घ्यावी. कोणचेही ठिगळकाम करण्याच्या अगोदर संमिश्रण लावावे. अरचित पृष्ठभागावर, त्यावर निःस्रावण जल अगर " चकाकी " असेपर्यंत संमिश्रण लावू नये परंतु पृष्ठभाग निस्तेज झाल्यानंतर लगेच ते लावावे. उच्चतम संपीडक शक्तीकरिता आणि अपघर्षण प्रतिरोधाकरिता कॉंक्रीटचा पृष्ठभाग यापुढे नेवल्याच्या-सफाईला प्रतिसाद देणार नाही इतके कॉंक्रीट घट्ट होत असण्याच्या सुमारास (त्यावर) मोहोरबंदी मिश्रण लावावे.

लेप लावून झाल्यानंतर किमान २८ दिवस त्याचे सातत्य राखले पाहिजे. वहातूक अगर अन्य कारणामुळे जेंव्हा जेंव्हा मुरवण पटलास खराबीला तोंड द्यावे लागते तेंव्हा तेंव्हा त्याचे २४ तासपर्यंत शुष्कन करून १ इंच जाडीपेक्षा कमी नाही असा वाळूचा अगर मातीचा थर त्यावर घालून अगर अन्य उपयुक्त आणि प्रभावी साधनांनी त्याचे संरक्षण करावे. २८ दिवसाच्या आत लेपाची कोणच्याही प्रकारची खराबी झाल्यास सढळ हाताने विनाविलंब संमिश्रण लावून त्याची दुरुस्ती करावी.

नमुना घेण्याकरिता अगर कामावर वापरण्याकरिता मोहोरबंदी संमिश्रण भांड्यातून काढून घेण्यापूर्वी ते संपूर्णपणे मिसळले असले पाहिजे. जर त्याचे पुरेसे मिश्रण झाले नाही तर त्यातील द्रव्याचा (घेतलेला) नमुना प्रातिनिधिक होणार नाही, तसेच कामावर ते संमिश्रण समाधानकारक परिणाम दाखविणार नाही. ३८ व्या परिशिष्टातील नामनिर्देशात मिश्रणाच्या आणि नमुना घेण्याच्या पद्धती नियंत्रित करणारा तपशील दिला आहे.

सरकारीरीत्या मोहोरबंदी संमिश्रणाच्या पोतभरणातून नमुने घेण्यात येतात आणि त्यांना मान्यता देण्याकरिता डेन्व्हरला त्यांची चाचणी करण्यात येते. व्यवहार्य असेल तेथे प्रकल्पावर द्रव्य पोहोचल्यानंतर कार्यवाहीतील विलंब शक्य तो टाळण्याकरिता हे नमुना घेण्याचे काम पोतभरण केंद्रावरच करण्यात येते. मुरवण संमिश्रणाचा वापर करण्यापूर्वी त्याच्यातील सर्व गटांची चाचणी करावयास लावणे ही सर्वसामान्य प्रथा होती. तथापि अलीकडच्या काळात अनेक कंपन्यांनी चांगले द्रव्य सातत्याने पुरविले आहे व त्यांच्या द्रव्याचा अस्वीकार क्वचितच करण्यात आला आहे हे लक्षात घेऊन प्रशस्ती पत्रावरून स्वीकार करता येतील अशा मुरवण संमिश्रणांची एक यादी संपादित करण्यात आली आहे आणि ती उपलब्ध आहे. प्रशस्तीपत्रावरून स्वीकारलेले संमिश्रण जर असाधारणपणे पातळ असेल आणि कॉंक्रीट झाकून टाकण्याची त्याची क्षमता अपुरी असेल तर चाचणी करण्याकरिता त्या द्रव्याचा नमुना डेन्व्हर प्रयोग शाळांच्याकडे पाठवावा. यादीत नसलेले संमिश्रण वापरण्याकरिता त्याचा स्वीकार करण्यापूर्वी तपासून घ्यावे.

ब्यूरोच्या विनिर्देशाबरहुकूम तयार केलेली मुरवण संमिश्रणे, सरासरीच्या तपमान-परिस्थितीत लावण्यास योग्य अशा संघनतेची असतात. थंड हवेत संमिश्रण इतके गारठून जाते आणि चिकट होते की ते समाधानकारकपणे लावता येत नाही. अशावेळी संघनता कमी करण्याकरिता ते गरम करणे अनुज्ञेय असते पण ते पातळ करता कामा नये. गरम

पाण्यात डबा (अगर भांडे) ठेवून उष्ण करण्याची ही क्रिया करावी, ती उघड्या ज्वालेवर कधीही करू नये. डब्याच्या झाकणात छिद्रे पाडावी आणि विसरणास अवसर मिळावा म्हणून डबा पाऊण हिस्साच भरावा. पोषण टाकीत नंतर तो थंड होणार असल्याने त्याकरिता गुंजाइश राहील इतके पुरेसे मिश्रण गरम करावे परंतु हे तपमान १००° F पेक्षा जास्त नसावे.

कॉंक्रीटच्या मुरवणाकरिता अलिकडे ४ ते ६ मिल. अपारगम्य प्लॅस्टिक पटलाचा वापर करण्यास मान्यता देण्यात आली आहे. हा मुरवणाचा प्रकार विशेषेकरून लाद्यांना लागू करण्यात येतो अथवा संरचनीय आकाराच्या कॉंक्रीटवर वापरता येतो आच्छादनाची हवाबंदी होईल अशी मोहोरबंदी करण्याची आणि आर्द्रताहानिविरुद्ध कडांचे पुरेसे संरक्षण करण्याची काळजी घेतली पाहिजे. त्याप्रकारचे मुरवण पटल सफाई झाल्यावर लगेच घालता येते.

१२६ – बाष्प मुरवण

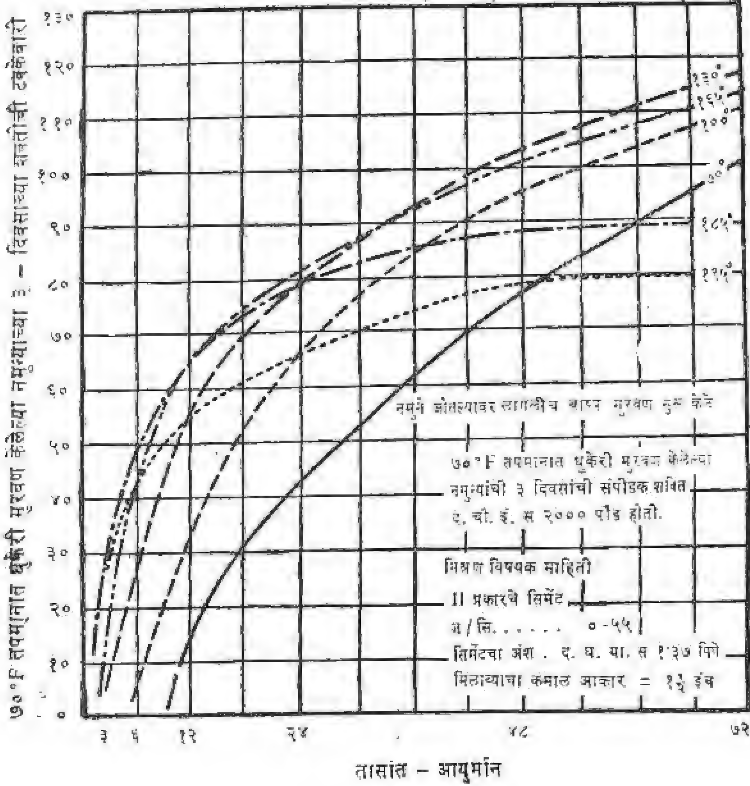
प्रामुख्याने बाष्प मुरवणात उच्च मुरवण तपमान लागते आणि आर्द्रतेच्या अवस्था हितकारक असतात. या वस्तुस्थितीमुळे काही विशिष्ट परिस्थितीत मुरवणाकरिता वाफेचा वापर करणे विशेष फायदेशीर असते. पूर्वनिर्मित नळ आणि इतर पूर्वनिर्मित घटक तयार करण्यात ब्यूरोने ह्या प्रकाराच्या मुरवणाला मान्यता दिली आहे. थंड हवेतील कॉंक्रीटच्या संरक्षणात सचेत वाफेचा वापर करण्याच्या संबंधात त्याच्या फायद्यांची जाणीवही झाली आहे. वाफेने मुरवण केलेल्या पूर्वनिर्मित घटकात इतकी जलद शक्ति येते की कॉंक्रीट टाकून झाल्यानंतर अतिशय लवकर फर्मे काढून घेऊन ते पुन्हा वापरता येतात.

१०० ते २०० अंश F च्या दरम्यान निरनिराळ्या तपमानात वाफेने मुरवण केलेल्या कॉंक्रीटमध्ये विकसित झालेल्या पूर्व शक्तीच्या संबंधीची आधार सामुग्री आ. १६४ मध्ये सादर केली आहे. १३०°F व १६५°F च्या दरम्यान अंतिम शक्तीतील किमान हानि आणि शक्तीच्या वृद्धीचे जास्तीत जास्त त्वरण प्राप्त झाले आहे

अति लवकरच्या काळात उच्चतर तपमानामुळे जास्त शक्ती निर्माण होतात, परंतु २ दिवसापेक्षा अधिक कालात शक्तीची तीव्र प्रमाणात हानी होते. पूर्वनिर्मित कॉंक्रीटच्या नळीत सामान्यपणे १००°F ते १५०°F च्या दरम्यान तपमान असताना ती मुरवण्यात येते. अशा परिस्थितीत अंतिम शक्तीतील हानि तुलनेने अल्प असते. हिवाळ्यात कॉंक्रीटला लागणारे प्रारंभिक तपमान ५०°F च्या जवळ राखण्याकरिता बाष्प मुरवणात क्वचितच १००°F पेक्षा जास्त परिवात तपमानाचा संबंध येतो.

आ. १६४ मध्ये आरेखित केलेली आधारसामुग्री ज्या चाचण्यांवरून प्राप्त केली त्यातल्याप्रमाणे फर्मे भरून झाल्यावर लागलीच बाष्पमुरवण सुरू केले तर प्राप्त होणाऱ्या शक्तीपेक्षा बाष्पमुरवणाला २ ते ६ तासांचा विलंब लागला तर २४ तासांनी जास्त उच्च शक्ति प्राप्त होते. जर १००°F व १६५°F च्या दरम्यान तपमान असेल तर २ ते ४

तासांच्या विलंबामुळे चांगले परिणाम प्राप्त होतात. जास्त उच्च तपमानाकरिता हा विलंब अधिक जास्त हवा



आ १६४

पूर्व कालात कॉंक्रीटच्या संपीडित शक्तीवर २००°F पेक्षा कमी तपमान असताना बाष्पमुरवणामुळे होणारा परिणाम. 288-D-2629

नळीच्या छेदांच्या बाहेरील आणि आतील बाजू (आणि अन्य कॉंक्रीटच्या छेदांच्या दोन्ही बाजू) विशेषत: थंड हवामानात एकाच वेळी बाष्प मुरवणाखाली आणणे, कॉंक्रीट-मधील प्रतिबल-निर्माण करणारे तपमानातील फरक टाळण्याकरिता, इष्ट असते.

कॉंक्रीटचे मिश्रण, तपमान आणि हवे असलेल्या परिणामांच्यावर बाष्पमुरवणास अवश्य असणारा कालावधी अवलंबून असतो. नळी सामान्यपणे १२ तासांनी मोकळी करण्यात येते. ३६ तासांनी तिची आधारवलये काढून घेण्यात येतात आणि ७२ तासांनी तिचे

मुरवण पूर्ण झाले आहे असे मानण्यात येते. ज्या मिश्रणातून आ. १२४ मधील आधार-सामुग्री प्राप्त केली आहे त्यापेक्षा बऱ्याचशा नळ्यांची मिश्रणे पुष्कळच जोमदार असतात.

(ऊ) तीव्र हवामानाची परिस्थिती असताना कॉंक्रीट टाकणे-

१२७-उष्ण हवामानात घेण्याच्या दक्षता

मिश्रण करण्यात येत असताना तपमान खाली आणण्याकरिता वि. ९३ मध्ये चर्चा केलेल्या निरनिराळ्या साधनांपैकी कॉंक्रीट मिश्रकातून बाहेर पडल्यावर विनिर्दिष्ठ मर्यादेत त्याचे तपमान राखण्याकरिता उपयुक्त असणारी अशी दोन साधने-रात्री काम करणे आणि कामावर सावली करणे-ही आहेत. पंपाने कॉंक्रीट टाकण्याकरिता लांब, उघड्या नळांना उष्ण हवेत विशेष संरक्षण द्यावे लागते. ओल्या गोणपाटाने ते झाकून अगर त्यावर पांढरा रंग अगर चुना लावून हे संरक्षण करणे जास्त श्रेयस्कर असते. अति उष्ण हवामानात कॉंक्रीट टाकण्यास घेण्यात येणाऱ्या आक्षेपातील एक आक्षेप, अतिशय अवपात हानि न व्हावी म्हणून लागणाऱ्या अधिक ओलसर संघनतेमुळे जास्त पौष्टिक मिश्रणाची आवश्यकता असते, हा असतो. अवश्य असणाऱ्या कालावधीकरिता आर्द्र मुरवण सतत संपादन करण्यात येणारी अडचणही वृद्धिगत होते. ऑल अमेरिकन आणि गिला प्रकल्पांवर हवामान इतके उष्ण आणि शुष्क असते की काही विनिर्देशांत उन्हाळ्यातील महिन्यात कॉंक्रीट टाकण्यास मनाई करण्यात येते.

जरी मुरवणाच्या गरजांकडे सर्व वेळा लक्ष देणे महत्वाचे असले तरी उष्ण व शुष्क हवामानात त्याला विशेष महत्व असते कारण चिरा व भेगा पडण्याचा त्यावेळी जास्त धोका असतो. कमी आर्द्रता आणि उच्च तपमानामुळे पाणी शिंपडलेले पृष्ठभाग जलद कोरडे होतात आणि त्यामुळे जास्त वेळा पाणी शिंपडावे लागते, म्हणून ओल्या गोणपाटाचा वापर करून आणि अन्य साधनांनी जास्त वेळ आर्द्रता राखण्याच्या जरुरीची इष्टता वाढत जाते. उष्ण हवामानात मुरवणाऱ्या मिश्रणांची कार्यक्षमता कमी होते आणि अशावेळी अ. १२५ मध्ये दिलेल्या रूपरेखित पूर्वसूचनांचे काळजीपूर्वक अनुसरण करणे विशेष महत्वाचे असते.

१२८-थंड हवामानात घेण्याची दक्षता

सरासरी तपमानापेक्षा कमी तपमानात कॉंक्रीटमधील शक्तीत कितीतरी जास्त सावकाश-पणे वृद्धि होते हे आ. ९ वरून दिसून येते. ह्या कारणाकरिता जेव्हा दैनंदिन मध्य तपमान ४ °F पेक्षा कमी असते तेव्हा कॉंक्रीट टाकून झाल्यावर गोठण तपमानापासून किमान ४८ तासापर्यंत त्याचे रक्षण करावे असे ब्यूरोचे विनिर्देश आहेत. ह्या विनिर्देशात अशीही तरतूद आहे की जेव्हा रोजचे सरासरी तपमान ४०°F पेक्षा कमी असते तेव्हा कॉंक्रीट टाकले जात असताना त्याचे तपमान ५०°F पेक्षा कमी असू नये आणि किमान ७२ तासापर्यंत ते ५०°F पेक्षा कमी न होईल असे राखले जावे. तसेच विनिर्देशाप्रमाणे अशा हवामानात टाकलेल्या कॉंक्रीटमध्ये पक्वता जलद गतीने व्हावी म्हणून जर सल्फेटमुळे

कॉंक्रीटला बाधा होत नसेल तर वजनाने सिमेंटच्या एक टक्क्याइतक्या कॅल्शियम क्लोराइडचा त्यात समावेश करावा असे निर्दिष्ट केलेले असते. पण जर बाधा होत असेल तर सल्फेटच्या बाधेस होणारा कॉंक्रीटचा प्रतिरोध कॅल्शियम क्लोराइडमुळे कमी होत असल्याने ते वापरू नये परंतु कमाल जल–सिमेंट गुणोत्तर ०·४५±०.०२ इतके कमी करावे.

ज्या हवामानात गोठण आणि वितळण क्रियांची वारंवारता कमी असते आणि कमी तपमान अपवादात्मक असते अशा सौम्य हवामानात टाकलेल्या कॉंक्रीटकरिता भरावाच्या द्रव्यांनी झाकण्यात येणाऱ्या सतत निमज्जित असलेल्या, अगर अन्य प्रकारे संरक्षित केलेल्या संरचनाकरिता सामान्यपणे कमाल जल–सिमेंट गुणोत्तर ०·६० विनिर्दिष्ट करण्यात येते. ह्या दृष्टिकोनातून जेव्हा कॅल्शियम क्लोराइडच्या वापरास परवानगी देण्यात येत नाही तेव्हा शक्ति–विकास जलद होण्याकरिता कमाल जल–सिमेंट गुणोत्तर ०·४५ च्या ऐवजी ०·५३ इतके कमी करता येईल.

कामाच्या जागेजवळचे रोजचे सरासरी तपमान जेव्हा ४०°F पेक्षा कमी असते तेव्हा टाकलेल्या कॉंक्रीटमध्ये एक टक्का कॅल्शियम क्लोराइड घालावे लागते. जेव्हा पटल मुरवण क्रियेने कॉंक्रीट मुरविले जाते तेव्हा फर्म्याच्या अगर कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागांच्या सान्निध्यात पुरेशा विसंवाहनक्षम साधनाने ५०°F तपमान असताना ७२ तासपर्यंत जर संरक्षण प्राप्त करता आले तर गोठणाविरुद्ध जादा संरक्षणाची जरुरी लागत नाही. जर विसंवाहन करुन पटल–मुरवणित कॉंक्रीट संरक्षित केलेले नसेल तर ५०°F तपमान असताना ७२ तासासाठी केलेल्या संरक्षणानंतर लागलीच गोठण तपमानाविरुद्ध आणखी ७२ तास कॉंक्रीटचे संरक्षण करावे. जलमुरवणित कॉंक्रीटचे ५०°F तपमानाकरिता ७२ तासासाठी केलेल्या संरक्षणा–नंतर लगेच गोठण तपमानाकरिता ३ दिवस संरक्षण केले पाहिजे. जेव्हा कामाच्या जागेजवळ रोजचे सरासरी तपमान ४०°F पेक्षा कमी असते त्या कालावधीत ब्यूरोच्या गरजानुसार जलमुरवणाचा काल ६ दिवसाइतका कमी करणे अनुज्ञेय असते. जेव्हा कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागाचे गोठण होण्याइतके तपमान कमी असते तेव्हा विहित मुरवण कालातील जलमुरवण तात्पुरते बंद करावे.

ह्या नियमामुळे आधीच्या क्रांतिक कालावधीतील गोठणामुळे होणाऱ्या गंभीर हानीपासून कॉंक्रीटला संरक्षण मिळते आणि या संरक्षण कालामध्ये योग्य अशा समाधानकारक मात्रेपर्यंत शक्तीचा विकास होईल आणि अडथळा न येता जलयोजन चालू राहील अशा तपमान आणि आर्द्रतांच्या परिस्थिती टिकून राहतात. आर्द्र तपमान ३२°F इतके खाली येईल अशी परिस्थिती असेल तर जेव्हा शुष्क फुगा तपमान ३२° F च्या बरेच वर असते तेव्हासुद्धा आर्द्र पृष्ठभाग गोठू शकतो ह्या गोष्टीची जाणीव असणे चांगले. ३७°F तपमान असताना डेव्हिस धरणावर जोराचा वारा मुरवण जलाच्या फवाऱ्यापासून बर्फ निर्माण होण्यास कारणीभूत झाला. कॉंक्रीटच्या संरक्षणाचे पुरेसे उपाय योजण्यात येत आहेत आणि जरुर तेव्हा संरक्षणाच्या सुविधा उपलब्ध आहेत याची निरीक्षकाने खात्री करून घेतली पाहिजे.

काँक्रीटचे काम सुरू करण्यापूर्वी फर्म्याच्या आतल्या बाजूवरील प्रबलीकरण शिगांच्या-वरील आणि संनिहित भागांच्यावरील सर्व बर्फ, हिम आणि तुहिन काढून टाकावे. कॅन्व्हासच्या आच्छादनाखाली हे उत्तम प्रकारे साध्य करता येते. गोठलेल्या अधस्तरावर काँक्रीट कधीही टाकू नये. गोठलेल्या अधस्तराच्या सान्निध्यातील काँक्रीट गोठून जाईल अगर पहिल्या ७२ तासाकरिता विनिर्दिष्ट केलेल्या ५०° F तपमानापेक्षा त्याचे तपमान बरेच खाली जाईल, तसेच नंतरचे बर्फ वितळणे अवस्थापनास कारणीभूत होईल. गवत आणि टारपुलीन अगर अन्य विसंवाहनी आच्छदनांनी गोठणापासून अधस्तराचे संरक्षण करावे. काही उदाहरणांत अल्पकाल विसंवाहनी आच्छादन घालण्यामुळे जमिनीतील उष्णतेमुळे अधस्तरातील तुहीनाचा निरास करता आला.

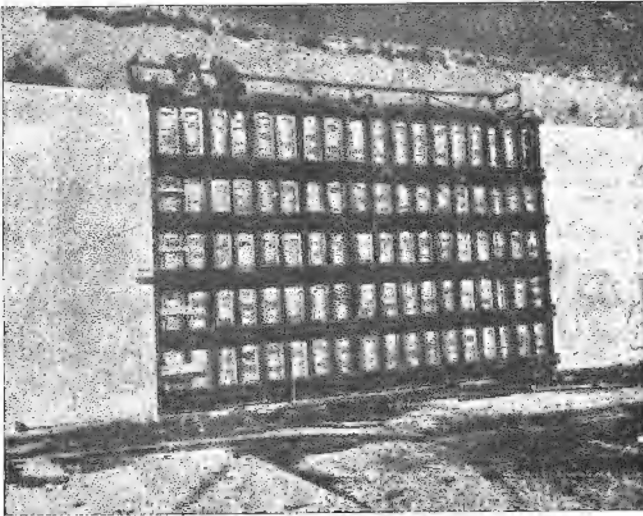
मध्यपाद, अंत्याधार अगर धरणाच्या भागासारख्या भारी संरचनांच्या मानाने प्रबलित काँक्रीटच्या शेलकाटच्या घटकांना बरेच जास्त संरक्षण लागते. कोपरे आणि कडा सर्वात जास्त भेदनीय असतात. ज्या पद्धतींनीं ह्या भागांचे संरक्षण करता येईल त्या पद्धती संरचनांच्या अन्य भागांकरताही पुऱ्या पडतील. उघडया कोपऱ्यांचे आणि कडांचे कमाल शीत कालात काँक्रीटचे तपमान घेऊन बर्फ पडत असताना संरक्षणास लागणारी गरज आणि तरतूद केलेल्या सुविधांची पर्याप्तता निश्चित करावी. जेथे आयतनाच्या मानाने पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ जास्त असते तेथे फर्मे, प्रबलीकरण शिगा, सन्निहित भागांचे तपमान गोठणाच्या (तपमानाच्या) वर असणे महत्वाचे असते. अन्यथा ते काँक्रीटमधील उष्णतेचे अवशोषण करतील आणि मध्य तपमानाच्या खाली तपमान जाईल. जर फर्मे धातूचे बनविलेले असतील तर हे विशेषेकरून सत्य असते. काँक्रीटच्या बाहेर येणाऱ्या प्रबलीकरण शिगांमुळे उष्णतेचे बरेच परावर्तन होते. भारी संरचनात काँक्रीटमधील प्रारंभिक उष्णतेचे सहजपणे विसरण होत नाही आणि सिमेंटच्या जलयोजनामुळे निर्माण झालेल्या उष्णतेने त्यात वाढ होते. तथापि जसे अन्य संरचनांना पृष्ठभागीय संरक्षण लगेच द्यावे लागते तसेच ते भारी संरचनानाही द्यावे लागते, मात्र नंतर संरक्षण कमी लागते.

जेव्हा फर्मे काढून घेण्यात येतात अथवा जेव्हा कमी तपमानाविरुद्ध संरक्षणयोजना बंद करण्यात येते तेव्हा जर पृष्ठभाग झपाट्याने गारवून गेला तर तो चिराळतो आणि नंतर त्यामुळे तो खराब होण्याची शक्यता असते. ह्या कारणास्तव ब्यूरोच्या विनिर्देशाप्रमाणे गारठण्याविरुद्ध केलेली संरक्षण योजना अशा प्रकारे बंद केली पाहिजे की काँक्रीटच्या कोणच्याही भागाचे तपमान सावकाशपणे कमी होईल. भारी काँक्रीटच्या पृष्ठभागाच्या तपमानातील घट प्रत्येक २४ तासात २०°F पेक्षा जास्त जलद होऊ नये कारण पृष्ठ-भागाच्या आतल्या आणि बाहेरल्या तपमानातील फरकामुळे चिरा निर्माण होण्याची शक्यता जास्त असते. भारी काँक्रीटमधून जलयोजन-उष्णता सावकास बाहेर पडते आणि त्यामुळे पृष्ठभागाजवळील प्रारंभिक तपमान ३०°F ने वाढू शकते आणि त्याच्या आत ते ७०°F इतके वाढणे शक्य असते. या उलट पातळ छेदात दर २४ तासात पृष्ठभागाच्या तपमाना-तील ४०° F इतकी घट सावकाशपणे काहीही खराबी न होता होऊ शकते कारण जल-

योजन-उष्णता जलदगतीने नाहीशी होते आणि आतील व बाहेरील तपमानात वाजवीपेक्षा जास्त प्रमाणात फरक पडण्याची संभाव्यता जास्त असत नाही.

थंड हवेत काही विशिष्ट प्रारंभिक कालावधीत विनिर्दिष्ट तपमानाखाली कॉंक्रीटचे तपमान जाऊ नये म्हणून आवश्यक त्या संरक्षणाची जरूरी असते. बांधकाम बंदिस्त करणे आणि आवश्यक तपमान राहील इतके सभोवतालचे वातावरण उबदार ठेवणे ही संरक्षणाची सर्वांत सामान्य पद्धत आहे. जास्त प्रमाणात उपयोगात आणली जात असलेली आणखी एक पद्धत विसंवाहन ही आहे. त्यामुळे अनुषंगिक खर्चिक व आगीचा धोका असणाऱ्या तपमानाची गरज पडत नाही. कठीण होत असलेल्या कॉंक्रीटची जलयोजन-उष्णता जेव्हा विसंवाहनाने प्रभावीपणे टिकवून धरण्यात येते तेव्हा बहुतेक कॉंक्रीटच्या कामाचे पूर्व तपमान टिकवून धरण्यास ती पुरेशी होते.

विसंवाहनाने थंड हवेत लागणारे पूर्व तपमान टिकवून धरण्याची पद्धत काही नवीन नाही. गवत, भुसा, अथवा सुक्या मातीचे थर पसरून फरशी आणि जवळजवळ क्षितीज-समांतर असलेल्या अरचित कॉंक्रीटचे अनेक वेळा पुरेशा प्रमाणात संरक्षण करण्यात आले आहे. तीव्रता कमी असलेल्या उघड्या कॉंक्रीटचे लाकडी फर्म्यामुळे सर्वांगीण काटकसर



आ. १६५

कॉंक्रीटचे थंड हवेपासून संरक्षण करण्याकरिता फर्म्याचे विसंवाहन ही पद्धत खात्रीलायक असल्यामुळे तापविण्यास येणारा खर्च आणि आगीच धोका टाळता येतो.

PX – D – 33054

करून विसंवाहन करता येते आणि आपोआपच त्याचे संरक्षण होते. (आ. १५५ पहा.) कोपरे आणि कडा उष्णताहानीस सर्वात जास्त भेदनीय असतात म्हणून त्यांच्यावर बऱ्याच प्रमाणात अतिरिक्त विसंवाहनाची जरुरी असते. दुहेरी जाडी सामान्यपणे पुरेशी होते आणि तिचा वापर करणे व्यवहार्य असते. कमी तपमान असताना मुरवणाची घाई कमी असते. विसंवाहन केल्यानंतर अगर फर्मे काढून घेतल्यानंतर मोहोरबंदी मिश्रणे लावावीत.

तीव्रतेच्या अनेक मात्रा असणाऱ्या थंड हवामानातील कॉंक्रीटच्या भिन्नभिन्न प्रकारच्या कामावर विनिर्दिष्ट तपमान राखण्याकरिता आवश्यक असणाऱ्या विसंवाहनाच्या राशी २६ व २७ व्या सारण्यात दाखविण्यात आल्या आहेत. दर इंचास एक अंश F उष्णता-प्रवणता असते असे गृहीत धरलेल्या व दर चौरस फुटास ०·२५ B. t. u. गृहीत संवाहकता असलेल्या आच्छादनाच्या प्रकाराच्या विसंवाहनाच्या निवेदित जाडींच्याकरिता ही कोष्टके संगणित केली आहेत. ती दिलेली मूल्ये हवा स्थिर असताना लागू आहेत आणि जेव्हा वारा वाहू लागल्यामुळे हवा आत शिरते तेव्हा ही मूल्ये प्राप्त होत नाहीत. गवतात वारा जर जाऊ दिला नाही तर कॅन्व्हसच्या खाली घट्ट बांधलेल्या गवताच्या प्रकारात गवत सुटे भरलेला हा एक प्रकार आहे असे मानता येते. सुमारे $\frac{3}{4}$ इंचापेक्षा जास्त जाडीच्या स्थिर हवेच्या पोकळीच्या विसंवाहनाचे मूल्य जाडी वाढवण्यामुळे फारसे बदलत नाही. विसंवाहनासंबंधी अधिक तपशीलवार माहिती हवी असल्यास पाठ्य पुस्तके अगर कारखानदारांनी घेतलेल्या चाचण्यांच्या आधारसामुग्रीचा आधार घ्यावा. सामान्यपणे वापरण्यात येणाऱ्या द्रव्यांची विसंवाहनाची सममूल्ये खालील प्रमाणे असतात.

विसंवाहक द्रव्य	सममूल्य जाडी इंच
१ इंच जाड बाजारी ब्लँकेट अगर बॅट उष्णता-रोधक	१·०००
१ इंच जाड तंतूच्या प्रकाराचा सुटा भरलेला उष्णता-रोधक	१·०००
१ इंच जाड उष्णता-रोधक तक्ता	०·७५८
१ इंच जाड लाकडी भुसा	०·६१०
१ इंच नाममात्र जाडीचे लाकूड	०·२३४
१ इंच जाड दमट वाळू	०·०२३

उष्ण केलेल्या बंदिस्त दालनात गरम केलेल्या हवेच्या प्रसाराकरिता पुरेशा जागेची तरतूद करावी. कोपरे आणि कडा कमी तपमानास भेदनीय असल्यामुळे कॅन्व्हसची आवरणे अगर बंदिस्त करावयाचे द्रव्य त्यांच्यावर ठेवू नये. दालने गच्च आणि हवाबंद असावीत. जाण्यायेण्याची द्वारे कमी ठेवावी आणि आपोआप बंद होणारी द्वारे अधिक पसंत करावी.

सारणी २६

काँक्रीटच्या भितींच्या करिता लागणारे विसंवाहन
५०°F तपमानात काँक्रीट टाकण्यात आले.

भितीची जाडी फूट	ह्या जाडींच्या बाजारी ब्लँकेट अगर बॅट उष्णतारोधकाकरिता फॅरनाईट अंशात अनुज्ञेय असलेले किमान तपमान			
	०·५ इंच	१·० इंच	१·५ इंच	२·० इंच
सिमेंटचा अंश–दर घनयार्डास ३०० पौंड				
०·५.......	४७	४१	३३	२८
१·०.......	४१	२९	१७	५
१·५.......	३५	१२	०	–१७
२·०.......	३४	१४	–९	–२९
३·०.......	३१	८	–१५	–३५
४·०.......	३०	६	–१८	–३९
५·०.......	३०	५	–२१	–४३
सिमेंटचा अंश–दर घन यार्डास ४०० पौंड				
०·५.......	४६	३८	२८	२१
१·०.......	३८	२२	६	–११
१·५.......	३१	८	–१६	–३९
२·०.......	२८	२	–२६	–५३
३·०.......	२५	–६	–३६	....
४·०.......	२३	–८	–४१	....
५·०.......	२३	–१०	–४५	....
सिमेंटचा अंश–दर घनयार्डास ५०० पौंड				
०·५.......	४५	३५	२२	१४
१·०.......	३५	१५	–५	–२६
१·५.......	२७	–३	–३३	–६५
२·०.......	२३	–१०	–५०	....
३·०.......	१८	–२०	....	....
४·०.......	१७	–२३	....	....
५·०.......	१६	–२५	....	....
सिमेंटचा अंश–दर घनयार्डास ६०० पौंड				
०·५	४४	३२	१६	६
१·०	३२	८	–१६	–४१
१·५	२१	–१४	–५०	–८९
२·०	१८	–२२	....	....
३·०	१२	–३४	....	....
४·०	११	–३८	....	....
५·०	१०	–४०	....	....

किमान सहज बंद करता येतील अशी ती असावी. निरनिराळ्या प्रकाराच्या सलॅमँडर अगर स्टोव्हच्या सहाय्याने अगर बंदिस्त जागेच्या बाहेर ठेवलेल्या वातपटल तापकातून सचेत अगर नळीतील वाफेच्या सहाय्याने उष्णतेचा पुरवठा करावा. भारी कांक्रीटमध्ये संनिहित करण्यात येणाऱ्या शीतन नलिकेचा वाफेचा प्रसार करण्याकरिता तात्पुरता उपयोग करण्यात आला आहे. सलॅमँडर आणि स्टोव्ह सुलभरीत्या हाताळता येतात आणि ते स्वस्तात पडतात आणि लहान कामाकरिता सोयीस्कर असतात. पण शुष्क उष्णता निर्माण करण्याची आणि वाफ व धूर बाहेर सोडण्याची त्यात गैरसोय असते, ज्यामुळे अनेक वेळा काम विद्रूप होते व खेरीज त्यात आगीचा धोका असतो. त्यांच्यामुळे अनेक-वेळा आगीपासून नुकसान होते व तुलनेने हे नुकसान लहान कामावरसुद्धा सचेत वाफेने तापन करण्यास येणाऱ्या खर्चापेक्षा जास्त असते. धरण, विद्युत्गृह अगर कालव्यांच्या मोठ्या संरचनासारख्या मोठाल्या संकेंद्रित कामावर वाफेचा फायदा लक्षात घेता ती बंदिस्त दालनातील ज्वलन–तापनापेक्षा मुळीच जास्त खर्चाची नसावी.

थंड हवामानात कांक्रीटच्या संरक्षणाकरिता शुष्क उष्णता वापरण्याने ते जलद गतीने कोरडे होण्याची प्रवृत्ति निर्माण होते कारण थंड हवेपेक्षा गरम हवा बऱ्याच जास्त प्रमाणात आर्द्रता धारण करते. उदाहरणार्थ ३०°F तपमान असताना हवा जी आर्द्रता धारण करते त्यापेक्षा ७०°F तपमानात हवा चौपट आर्द्रता धारण करते. परिणामत: ३०°F तपमानात हवा जरी संपृक्त असली तरी ती जर ७०°F इतकी गरम केली तर ती कांक्रीटमधून जलदगतीने आर्द्रता शोषून घेईल, म्हणून जेव्हा शुष्क उष्णतेचा वापर करावयाचा असतो तेव्हा पुरेशा प्रमाणात आर्द्रता असलेल्या कांक्रीटचा पुरवठा करणे महत्वाचे असते. सचेत वाफ विशेषप्रकारे फायदेशीर असते कारण तिच्यापासून आर्द्रतेचा तसेच उष्णतेचाही पुरवठा होतो; असे असले तरी गंजल्यामुळे अगर वाफ थंड झाल्यामुळे खराब होणाऱ्या संरचनांचे पुरेशा प्रमाणात संरक्षण करावे. खुल्या हवेतील शुष्कन गोठण-बिंदूच्या किंचित वर असलेल्या तपमानात सौम्य हवामानातल्या इतके जरी शीघ्र गतीने होत नाही तरीसुद्धा शुष्कनापासून तसेच गोठणापासून सुद्धा कांक्रीटचे मुरवण आणि संरक्षण करणे महत्वाचे असते. वस्तुत: तुल्य परिणाम प्राप्त करण्याकरिता कमी तपमान असताना मुरवणाचा कालावधी जास्त असावा लागतो.

जेथे शुष्क उष्णतेचा वापर केल्याने अत्यंत कमी आर्द्रता निर्माण होते व त्यामुळे मोहोर-बंदी संमिश्रणातून आर्द्रता निसटून जाण्याचे प्रमाण वाढते तेव्हा हवेतील आर्द्रता वाढविण्याची, अधिक मोहोरबंदी संमिश्रण वापरण्याची अगर संमिश्रण लावण्यापूर्वी एक अगर अधिक दिवस आर्द्रता मुरवण करण्याची गरज पडण्याचा संभव असतो. आधीच्या संरक्षणाकरिता जेव्हा सचेत वाफेचा उपयोग करण्यात येतो आणि वाफेचा वापर बंद केला जात असतानाच मोहोरबंदी मिश्रण लावण्यात येते तेव्हा उत्कृष्ट फलप्राप्ती होते.

सारणी २७

कॉंक्रीटच्या लाद्या आणि जमिनीवर टाकलेले कालव्याच्या अस्तराचे कॉंक्रीट याना लागणारे विसंवाहन. ३५°F तपमानाच्या जमिनीवर टाकलेल्या कॉंक्रीटचे ५०°F तपमान असताना; भू-तपमान-उतार गृहीत धरलेला नाही.

लादीची जाडी फूट	बाआरी ब्लँकेट अगर बॅटच्या विसंवाहनाच्या ह्या जाडीकरिता लागणारे फॅरन हाईटच्या अंशात अनुज्ञेय हवेतील किमान तपमान.			
	०·५ इंच	१·० इंच	१·५ इंच	२·० इंच
सिमेंटचा अंश-दर घनयार्डास ३०० पौंड				
०·३३३	(१)	(१)	(१)	(१)
०·६६७	(१)	(१)	(१)	(१)
१·०	४७	४२	३५	२९
१·५	३७	१९	−१	−२१
२·०	२६	−५	−३७	−७०
२·५	१६	−२७	−७२	....
३·०	६	−५१	....	....
सिमेंटचा अंश-दर घनयार्डास ४०० पौंड				
०·३३३	(१)	(१)	(१)	(१)
०·६६७	५०	४९	४७	४७
१·०	४२	३०	१७	५
१·५	२९	१	−२७	−५६
२·०	१६	−२८	−७२	−११७
२·५	३	−५८	....	....
३·०	−१०	−८६	....	....
सिमेंटचा अंश-दर घनयार्डास ५०० पौंड				
०·३३३	(१)	(१)	(१)	(१)
०·६६७	४७	४२	३५	३०
१·०	३७	१९	०	−१९
१·५	२१	−१६	−५४	−९२
२·०	५	−५१	....	....
२·५	−१३	....	....	....
३·०	−२६	....	....	....
सिमेंटचा अंश-दर घनयार्डास ६०० पौंड				
०·३३३	(१)	(१)	(१)	(१)
०·६६७	४३	३४	२४	१४
१·०	३१	७	−१८	−४२
१·५	१३	−३३	−८०	−१२७
२·०	−५	−७४	....	....
२·५	−२२	....	....	....
३·०	−४२	....	....	....

(सारणी नं. २७ ची टीप पान नंबर ४१७ वर आहे.)

सारणी २७ (चालू)

काँक्रीटच्या लाद्या आणि जमिनीवर टाकलेले कालव्याच्या अस्तराचे काँक्रीट यांना लागणारे विसंवाहन. ४०°F तपमानाच्या जमिनीवर टाकलेल्या काँक्रीटचे ५०°F तपमान असताना; भूतपमान-उतार गृहीत धरलेला नाही.

लादीची जाडी फूट	बाजारी ब्लँकेट अगर बॅटच्या विसंवाहनाच्या ह्या जाडीकरिता लागणारे फॅरन हाईटच्या अंशात अनुज्ञेय हवेतील किमान तपमान			
	०.५ इंच	१·० इंच	१·५ इंच	२·० इंच
सिमेंटचा अंश–दर घनयार्डास ३०० पौंड				
०·३३३	(१)	(१)	(१)	(१)
०·६६७	४९	४७	४४	४२
१·०	४३	३३	२२	१२
१·५	३३	१२	–१०	–३३
२.०	२४	–९	–४३	–७७
२.५	१४	–३१	–७६	....
३.०	५	–५२	....	....
सिमेंटचा अंश–दर घनयार्डास ४०० पौंड				
०·३३३	(१)	(१)	(१)	(१)
०·६६७	४६	४०	३२	२६
१·०	३७	२२	५	–१२
१·५	२५	–५	–३७	–६८
२·०	१३	–३२	–७८	....
२·५	१	–५९	....	....
३·०	–११	....	....	....
सिमेंटचा अंश–दर घनयार्डास ५०० पौंड				
०·३३३	(१)	(१)	(१)	(१)
०·६६७	४२	३२	२१	१०
१·०	३२	१०	–१३	–३५
१·५	१७	–२३	–६३	–१०३
२·०	३	–५५	....	....
२·५	–१२	....	....	....
३·०	–२७	....	....	....
सिमेंटचा अंश–दर घनयार्डास ६०० पौंड				
०·३३३	(१)	(१)	४८	४८
०·६६७	३९	२४	९	–५
१·०	२७	–१	–३१	–५९
१·५	१०	–४०	–९०	–१३९
२·०	–८	–७८	....	....
२·५	–२५	....	....	....
३·०	–४३	....	....	....

(१) कालव्याच्या अस्तरावरील आणि सडपातळ लादीवरील अधस्तराच्या परिणामामुळे थंड हवेत कॉंक्रीट टाकल्यानंतर पहिल्या ७२ तासांकरिता किमान विनिर्दिष्ट तपमान ५०°F इतके राखणे केवळ विसंवाहनामुळे शक्य होत नाही अशा उदाहरणात कॉंक्रीटमध्ये अवश्य लागणारे तपमान राखण्या-करिता अतिरिक्त उष्णतेची जरुरी असते व (कॉंक्रीट) टाकण्याच्यावेळी अधिक तपमान ठेवून प्रथम, जमीन गरम करून, विसंवाहकाखाली विद्युत् प्रतिरोधक तार ठेवून, अगर अन्य साधनांचा जागेवर असणाऱ्या निरोधकांचा हवामानाच्या तीव्रतेप्रमाणे उपयोग करून, हे कार्य साध्य करण्यात येते. जेव्हा अशा जादा उष्णतेचा पुरवठा करणे अव्यवहार्य असते तेव्हा विसंवाहक चटयामुळे कॉंक्रीटचे गोठण थांबवणे शक्य नसते परंतु कॉंक्रीटचे तपमान ५०°F पेक्षा बहुधा खाली जाण्याची शक्यता असल्यामुळे ७२ तासांकरिता ५०°F तपमानात संरक्षित केलेल्या कॉंक्रीटच्या शक्तीइतकी शक्ति संरक्षण कालावधीच्या अखेरीस कॉंक्रीटमध्ये येण्याकरिता हा संरक्षण कालावधी वाढवावा लागतो.

मोहोरबंदी संमिश्रण लावून अतिरिक्त कार्बन–डाय-ऑक्साइडच्या वातावरणापासून पहिल्या २४ तासाकरिता जेव्हा उष्मकाच्या नजीकच्या अरचित पृष्ठभागांचे संरक्षण केलेले असते तेव्हाच फक्त अच्छिद्र उष्मकाचा उपयोग करण्यास ब्यूरोच्या विनिर्देशाप्रमाणे मान्यता दिली जाते. अशा पृष्ठभागावर जर विनिर्देशांप्रमाणे मोहोरबंदी संमिश्रणांचा वापर करण्याची तरतूद केलेली नसेल तर अच्छिद्र उष्मकाच्या वापरास परवानगी देऊ नये.

मिश्रणातील अनुज्ञेय प्रमाणात असलेल्या कॅल्शियम क्लोराइड, लवण अगर अन्य रसा-यनांच्यामुळे एखाद्या अर्थपूर्ण मात्रेइतका कॉंक्रीटचा गोठणबिंदू खाली जात नाही. तथापि, जर ४०°F पेक्षा सरासरी तपमान खाली असताना कॉंक्रीट टाकले तर सिमेंटच्या वजनाच्या एक टक्का कॅल्शियम क्लोराइड वापरावे लागते. ज्या कॉंक्रीटवर सल्फेटची बाधा होण्याचा संभव असतो असे कॉंक्रीट अपवादात्मक असते. (वि. १२७ पहा.) कॉंक्रीटची दृढीकरण गति सामान्य राखली जाण्यास मदत व्हावी म्हणून थंड हवामानात कॅल्शियम क्लोराइड अगर जादा सिमेंट मिसळण्यात येते (वि. २० अ. पहा.) आणि कालावधी कमी करण्याकरिता अगर थंड हवामानात लागणाऱ्या संरक्षणाच्या प्रकाराचे सुलभीकरण करण्याकरिता हे नसते.

□ □

प्रकरण ७ वे

कॉंक्रीटची दुरुस्ती आणि संधारण

१२९ कारागिरीच्या सामान्य गरजा.

नवीन कॉंक्रीटमधील उणीवांची रिपेरी करण्याच्या अधिमान्य क्रियापद्धतींचे या प्रकरणात वर्णन केले आहे. दर्शविल्याप्रमणे ह्या सूचना क्रियाशील संरचनांच्या विघटित झालेल्या भागांच्या पुनर्रचनेलाही लागू आहेत. प्रथम दर्शनी असे वाटेल की ह्या क्रिया-पद्धती जरुरी नसताना तपशीलवार दिल्या आहेत. प्रत्यक्षात अनुभवाने वारंवार असे दिसून आले आहे की कामाच्या क्रियाशीलतेला हानि पोहोचू द्यावयाची नसेल तर यातील कोणताही टप्पा वगळता यावयाचा नाही अगर निष्काळजीपणे संपादित करता येणार नाही. योग्य प्रकारे रिपेरी केली नाही तर कालांतराने ती खिळखिळी आणि पोकळ होईल, कडांवर चिरा पडतील आणि रिपेरी जलरोधक होणार नाही. रिपेरी गच्च व्हावी आणि संरचनेच्या शेजारच्या भागाच्या दर्जाला आणि टिकाऊपणाला साजेशी व्हावी अशी आपल्या कामातील उणीवांची रिपेरी करणे हे संरचनाकारावर बंधनकारक असते. टिकाऊ जुन्या कॉंक्रीटशी सुबद्ध आणि ठळकपणे दिसून न येणारे असे बदल आणि सुधारणा करणेही सुधारणा-संघटनेची जबाबदारी असते. खालील पद्धतींचे तपशीलवार अनुकरण काटेकोरपणे करूनच फलप्राप्तींची खात्री मिळू शकेल.

पूर्वोल्लेखित विचारांच्या दृष्टिकोनातून आणि रिपेरीच्या बऱ्याचशा क्रियापद्धतीत हातानी काम करण्याच्या संबंध असतो. म्हणून हे उघड आहे की क्रियापद्धतींचे तपशील आणि त्यांची कारणे या संबंधी मुकादम आणि कामगारांना संपूर्ण सूचना दिल्या पाहिजेत. कारगिरीचा आवश्यक तो दर्जा टिकून राहाण्याची खात्री व्हावी यासाठी मक्तेदाराकडून आणि सरकारी यंत्रणेकडून सतत दक्षता ठेवली गेली पाहिजे. खात्रीलायख आणि कार्यक्षम कामगारांची नेमणूक करणे आवश्यक असते.

नवीन कामावर, उत्तम बंध विकसित होईल आणि ज्यामुळे मूळच्या कामाइतके टिकाऊ आणि कायम स्वरूपाचे काम होण्याची संधी लाभेल अशा रिपेरीही फर्मे लवकर काढून घेतल्यावर कॉंक्रीट अजून अपक्व असतानाच लागलीच केलेल्या रिपेरीच असतात. ह्या कारणाकरिता फर्मे काढून घेतल्यावर २४ तासांच्या आत रिपेरी केली पाहिजे. रिपेरी चालू करण्यापूर्वी वापरावयाकरिता प्रस्तावित केलेल्या पद्धतीस अधिकृत निरीक्षकाने मान्यता दिली पाहिजे. दुरुस्तींची कामे ज्या क्षेत्रात करावयाची आहेत तेथेच फक्त नित्याच्या मुरवणाच्या कामात खंड पडल्यास हरकत नसते.

बांधकामांच्या विघटित भागांच्या दुरुस्तीत, बाधित झालेले सर्व कॉंक्रीट पूर्णपणे काढून टाकले नाही, अधिमान्य क्रियापद्धतीच्या अगदी तंतोतंत कॉंक्रीट काळजीपूर्वक बदलले

नाही, दृढमूलता प्राप्त केली नाही आणि जरुरी प्रमाणे प्रभावी विकास केला नाही तर, दुरुस्तीची खात्री देता येणार नाही. म्हणून पुरेसा वेळ आणि सुविधा मिळाल्या नाहीत तर अगर त्या मिळेपर्यंत अशा तऱ्हेचे काम हाती घेऊ नये. बिनचुकपणे जितके काम पूर्ण करता येईल तितकेच हाती घ्यावे, नाहीतर काम पुढे ढकलावे; पण ते इतके लांबवू नये की त्यामुळे गंभीर प्रमाणात विघटन होईल. दुरुस्त्या शक्य तितक्या लवकरात लवकर कराव्या.

१३० दुरुतीच्या पद्धती

(अ) **नवीन कामाची दुरुस्ती** – ह्या दुरुस्त्या करण्याच्या ४ पद्धती वापरात आहेत.

(१) पृष्ठभागावरील मापापैकी जवळजवळ किमान मापाइतक्या अगर त्यापेक्षा, जास्त खोल असलेल्या छिद्रांच्याकरिता तसेच कोन–बोल्ट, शीबोल्ट आणि गाराप्रवेशी बोल्ट व चिरांच्या दुरुस्तीकरिता कापलेल्या अरुंद खोबणींच्याकरिता, शुष्क जोडणी–पद्धत वापरावी. ज्या ठिकाणी आडव्या दिशेने अवरोध प्राप्त करतां येत नाही अशा तुलनेने उथळ खळग्यात शुष्कवेष्ठणपद्धत वापरू नये; तसेच उघड्या पडलेल्या बऱ्याच लांब प्रबलीकरण शिगांच्या पाठीमागे शुष्क जोडणी करू नये. भित, तुळई अगर पोतभित वगैरेच्यामधून आरपार जाणारी छिद्रे भरण्याकरितासुद्धा शुष्क वेष्ठण करू नये,

(२) जेव्हा काँक्रीटच्या संपूर्ण छेदातून आरपार छिद्रे असतात, अप्रबलित काँक्रीटमधल्या छिद्रांचे क्षेत्रफळ जेव्हा १ चौरस फुटापेक्षा जास्त असते आणि खोली ४ इंच अगर त्यापेक्षा जास्त असते, आणि प्रबलित काँक्रीटमधल्या छिद्रांचे क्षेत्रफळ जेव्हा अर्धा चौरस फुटापेक्षा जास्त असते आणि प्रबलित शिगांच्यापेक्षा ती जास्त खोल असतात तेव्हा " काँक्रीट प्रतिस्थापन " पद्धत वापरावी.

(३) जेव्हा छिद्रे शुष्क–जोडणीकरिता जास्त रुंद आणि काँक्रीट-बदलाकरिता अति उथळ असतात तेव्हा " चुना प्रतिस्थापन पद्धत वापरावी; पृष्ठभागाच्या निकटतम असलेल्या प्रबलीकरण शिगांच्या दूरच्या बाजूपेक्षा जास्त खोल जात नाहीत अशा छिद्रांच्याकरिता ही पद्धत वापरावी.

(४) इपॉक्सीज (उपविभाग (३) पहा.)

(आ) जुन्या कामाची दुरुस्ती

विघटित काँक्रीट बदलून टाकण्यासाठी दुरुस्तीच्या ४ अधिमान्य पद्धती वापरात आहेत. कोणती पद्धत निवडावयाची हे मुख्यत्वेकरून कामाच्या आकारावर अवलंबून असते. सर्वच पद्धती प्रभावी ठरल्या आहेत आणि काम करताना योग्य काळजी घेतली तर टिकाऊ दुरुस्तीकरिता येईल.

(१) विशेषतः ज्या दुरुस्तीत पाण्याखाली काँक्रीट टाकण्याचा संबंध येतो अगर नेहमीच्या पद्धतीने ते टाकणे अवघड असते अशा दुरुस्तीच्या मोठ्या कामावर पूर्व–जोडणी

केलेले कॉंक्रीट किफायतशीरपणे वापरण्यात येते. पूर्व-जोडणी-कॉंक्रीट संबंधी आणखी माहिती आठव्या प्रकरणात दिली आहे.

(२) जेव्हा किमान ६ इंच खोलीपर्यंत कॉंक्रीट टाकता येते तेव्हा लहान क्षेत्रातील व लहान कामावरील विघटित कॉंक्रीटच्या दुरुस्तीकरिता, भितीच्या, स्तंभाच्या, कठड्यांच्या, आणि पायट्यांच्या दुरुस्तीकरिता, आणि भितीचा मुखवटा पुनः बनविण्याकरिता अगर कालव्याचे अस्तर पुनः घालण्याकरिता वापरण्यास " कॉंक्रीट प्रतिस्थापन " पद्धत सर्वात उत्तम असते.

(३) ह्या प्रकरणाच्या १३१ व्या आणि १३५ व्या विभागात वर्णन केल्याप्रमाणे लागू होणारी " चुना प्रतिस्थापन " पद्धत विघटित कामातील गौण दुरुस्तीकरिता वापरावी. लहान बंदुकीने वायवीय पद्धतीने अगर हातपद्धतीने चुना लावून दुरुस्त्या कराव्यात. ह्या दोन्हीही पद्धतीत कॉंक्रीटचे झिजण्यापासून संरक्षण होण्याकरिता उपाय करावेत.

(४) इपॉक्सीज (उपविभाग (इ) पहा.)

मोठ्या प्रमाणावर करावयाच्या दुरुस्तीकरिता आणि जुन्या संरचनांच्या पुनर्निर्मिती-करिता प्रमाणित आकाराची उपकरणे वापरून वायवीय पद्धतीने चुना लावणीचा वापर करणे समाधानकारक नसते आणि ते काटकसरीचेही नसते. चांगल्या प्रकारे दृढमूल केलेले वायुधारित कॉंक्रीट क्वचितच जास्त महाग पडते, ते पूर्णपणे टिकाऊ असते, त्यावर चिरा पडण्याचा संभव कमी असतो आणि म्हणून जुन्या कॉंक्रीटला त्यामुळे जास्त चांगल्याप्रकारे संरक्षण मिळते. मोठ्या क्षेत्रावर जेव्हा वायवीय पद्धतीने चुना लावण्यात येतो तेव्हा खाली असलेल्या कॉंक्रीटच्या मानाने त्याच्या जास्त प्रमाणात होणाऱ्या प्रसरण व अकुंचनाचा बंधावर हानिकारक परिणाम होतो. चुन्याने पुन्हा प्राप्त केलेल्या अनेक बांधकामावरील निरीक्षणावरून असे दिसून येते की चिरा पडण्यामुळे आणि चुना सुटा होण्याने जुन्या कॉंक्रीटचे विघटन चालू राहण्याकरिता पुरेसे पाणी आत शिरण्यास मार्ग मिळू शकतो.

(इ) इपॉक्सी दुरुस्त्या

जेव्हा नेहमीच्या कॉंक्रीटच्या लांब मुदतीच्या मुरवणाची खात्री नसते तेव्हा इपॉक्सी या नावाचा तापस्थापित गिलावा बंधाचे माध्यम म्हणून वापरता येतो, तसेच कॉंक्रीटच्या दुरुस्तीच्या कामाकरिता सूक्ष्म रेतीचा इपॉक्सी चुना अगर निव्वळ इपॉक्सी वापरणे उपयुक्त असते आणि जेव्हा जेव्हा अगदी पातळ ठिगळे लावावयाची असतात अगर त्या जागेचा तावडतोब उपयोग करावयाची इच्छा असते अगर जेथे प्रभावीपणे आर्द्र मुरवण करता येत नाही तेव्हा तेव्हा त्यांचा उपयोग करावा. जुन्या आणि नव्या दोन्ही इपॉक्सी दुरुस्त्या तितक्याच परिणामकारक असतात.

इपॉक्सी बंध दुरुस्त्यांची पूर्वतयारी सामान्यपणे इतर कॉंक्रीटच्या दुरुस्त्यांसारखीच असावी मात्र पृष्ठभाग संपूर्णपणे कोरडे राहण्याकरिता सर्व प्रयत्न करावेत. तात्कालिक पृष्ठभाग किमान २४ तास कोरडा ठेवणे आणि तो ६५° आणि ८०° F च्या दरम्यना

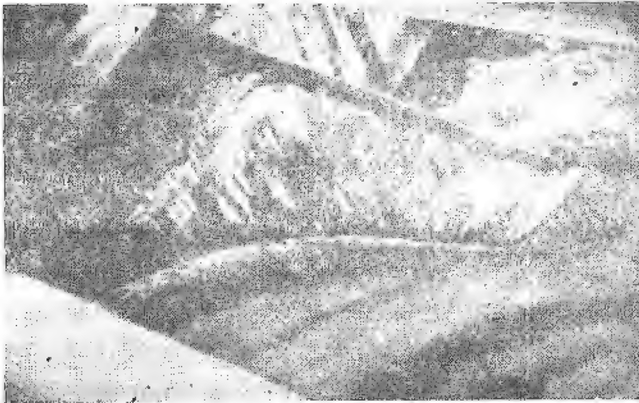
तपमान राहील इतका गरम करणे ह्या गोष्टी इपॉक्सी बंध दुरुस्त्या योग्यपणे करण्या-करिता अवश्य असतात.

इपॉक्सी चुन्याच्या वापराच्या पूर्वतयारीत दुरुस्त करावयाचे क्षेत्र संपूर्णपणे स्वच्छ करणे आणि ते कोरडे करणे यांचा अंतर्भाव असतो. जेथे शक्य असेल तेथे ती जागा १ ते ४ या प्रमाणात पातळ केलेल्या म्युरिऍटिक अम्लाने धुणे आणि नंतर संपूर्णपणे घासून पाण्याने स्वच्छ करणे व त्यानंतर ती कोरडी करणे इष्ट असते. जर अम्लधावन शक्य नसेल तर काँक्रीटच्या इतर दुरुस्त्याप्रमाणे त्या जागेची वालुक्षेपण पद्धतीने अंतिम सफाई करून त्यानंतर वायु–जल स्रोताने ती धुवून आणि संपूर्णपणे कोरडी करून ही पूर्व तयारी साध्य करता येते.

इपॉक्सी बंध दुरुस्त्यास लागणाऱ्या द्रव्यांची निवड करण्याकरिता इपॉक्सी चुन्यास, ह्या दुरुस्त्या साध्य करण्यास लागणाऱ्या कामगारांच्या शिक्षणाकरिता आणि तंत्राबद्दल सल्ला देण्याकरिता आणि सुरक्षा योजनाकरिता मदत म्हणून डेन्व्हर प्रयोग शाळांचा सल्ला घ्यावा कारण ह्या लेखनाच्या वेळी या कामातील सुधारणांची प्रगति झपाट्याने होत आहे.

१३१ – दुरुस्तीकरिता काँक्रीटची पूर्वतयारी

दुरुस्त्या चालू करण्यापूर्वी उणीवांची संपूर्णपणे तपासणी करावी. संशयास्पद दर्जाचे सर्व काँक्रीट काढून टाकावे. कधी कधी जुन्या बांधकामातील भक्कम दिसणारे काँक्रीट थोडे

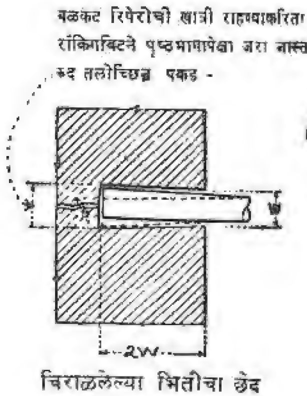


आ. १६६

दुरुस्तीचे काँक्रीट टाकण्यापूर्वी सर्व सदोष काँक्रीट काढून न टाकल्यामुळे अयशस्वी झालेली दुरुस्ती. PX–D–33055.

दिवस उघडे पडताच फुलून जाते आणि मऊ पडते. ह्या कारणाकरिता खोदून काढलेल्या पृष्ठभागाच्या पुन्हा केलेल्या तपासणीवरून उरलेल्या काँक्रीटच्या भक्कमपणाची खात्री होईपर्यंत विघटित काँक्रीटचे प्रतिस्थापन अनेक दिवसपर्यंत पुढे ढकलावे. अगदी कमी काँक्रीट काढून टाकण्यापेक्षा बरेचसे काँक्रीट काढून टाकणे जास्त चांगले असते कारण बाधित काँक्रीटचे विघटन चालूच असते. (आ. १६६ पहा) आणि जेव्हा काम चालू असते तेव्हा भरपूर खोली इतके ते खोदण्यास फारच थोडा अधिक खर्च येतो.

पुष्कळ वेळा उणीवांचे पूर्ण स्वरूप व करावयाच्या दुरुस्तीचा प्रकार सदोष द्रव्य काढून टाकीपर्यंत निश्चित करता येत नाही. जरी हातपद्धतीने चांगले काम करता आले तरी ह्या कामाकरिता वायुचलित हातोडे अत्यंत समाधानकारकपणे काम देतात. छिन्नीची टोके पटाशीच्या टोकापेक्षा जास्त चांगली असतात कारण त्यामुळे बंधाकरिता खरबरीत आणि अधिक स्वाभाविक पोत प्राप्त करता येतो. त्याच कारणाकरिता आ. १६७ मध्ये दाखविलेल्या करवती दाताचे पाते, खाचे खोदण्याकरिता आणि तलोच्छिन्न करण्याकरिता आणि सुवया जुडणीकरिता लागणाऱ्या खोल छिद्राकरिता, इष्ट असते.



चिराळलेल्या भिंतीचा छेद


यंत्रचलित करवती दात्याचा बिट

रिपेरी करण्यापूर्वी अपूर्णता काळजीपूर्वक काढून टाकली पाहिजे.

आ. १६७

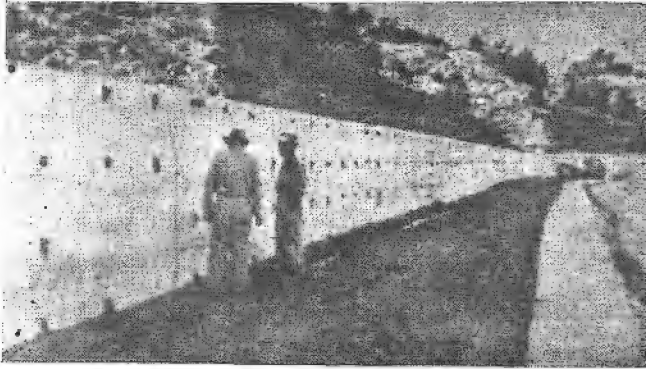
शुष्क वेष्टनाकरिता चौर पाडण्यासाठी वापरलेले करवती-दाताचे पाते. 288–D–1547

काँक्रीटच्या करवतीने अनेक दुरुस्त्यात लागणाऱ्या चौरस खुदाईच्या कडा धारदार आणि सुव्यवस्थितपणे कापता येतात. एक लहान विद्युत् चलित हीरा–करवत उपलब्ध आहे. त्यास

२½ इंचापर्यंत कोणच्याही खोलीकरिता समायोजित करता येईल अशी एक मार्गदर्शक पट्टी बसविलेली असते आणि रिपेरीत अडकून बसेल अशा पुरेशा कोनात कापता येईल अशा रीतीने तो करवत सुसज्जित केलेला असतो. करवताबरोबर हलविता येणारी सुवाह्य मार्गदर्शक चौकट वापरून अनुभवी कामगाराला दर तासाला एक इंच खोलीची खांच २० फूट अगर त्यापेक्षा जास्त कापता येते. मिलावा व कॉंक्रीटच्या काठिण्यावर अवलंबून असलेले सरळ आडवे कांट मारण्याकरिता जास्त भारी नमुने उपलब्ध आहेत. करवतीने कापलेली कड छिलके काढलेल्या कडेपेक्षा सर्व प्रकारे उच्चतर दर्जाची असते आणि पुष्कळ काम करावयाचे असेल तर छिलके काढण्यापेक्षा करवत कामास कमी खर्च येतो.

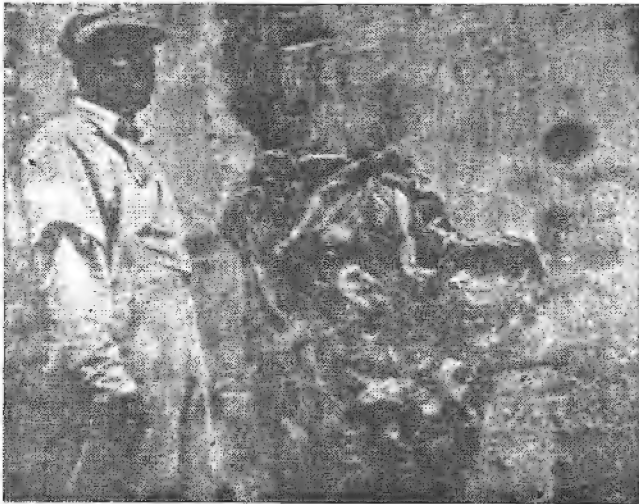
ज्यात संपूर्ण बंध असला पाहिजे व ज्या जलरोधक आणि कायम स्वरुपाच्या असतात अशा दुरुस्त्या करताना (तो भाग) ओला करणे, स्वच्छ करणे, त्याचे पृष्ठशुष्कन आणि संपूर्ण मुरवण करणे ह्या बाबींना अत्यंत महत्व असते पण त्यांच्याकडे पुष्कळवेळा दुर्लक्ष केले जाते अगर त्या अपुऱ्या प्रमाणात साध्य केल्या जातात. म्हणून कामाचे व्यवस्थितपणे आयोजन केले पाहिजे आणि ह्या सर्व तपशिलांच्याकडे काळजीपूर्वक लक्ष देण्याकरिता कामगारांना शिक्षण दिले पाहिजे. व्यवस्थित काटछाट केलेल्या छिद्रांच्या आंतील पृष्ठभाग नवीन कॉंक्रीट टाकावयाच्या आधी अनेक तासापर्यंत सतत, विशेषेकरून रात्रभर, ओले ठेवले पाहिजेत. हे आर्द्रण सर्व प्रकारच्या दुरुस्त्यात केले पाहिजे कारण जुने कॉंक्रीट संपृक्त केल्याने लहान अगर मोठ्या दुरुस्तीचे योग्य प्रकारे मुरवण होण्यास मदत होते. जुन्या कॉंक्रीटच्या दुरुस्तीच्या बाबतीत याला विशेष महत्व असते. उतरत्या अगर उदग्र पृष्ठभागा तील छिद्राची संपृक्ती प्राप्त करण्याचे उत्तम आणि अत्यंत खात्रीलायक साधन, ओल्या गोणपाटाने ती छिद्रे गच्च भरणे (आ. १६८ व १६९) आणि मधून मधून पाणी शिंपडून हे गोणपाट धरून ठेवण्याकरिता आ. १७० मध्ये दाखविलेप्रमाणे आच्छादन तक्त्यांचा वापर करण्याची जरुरी लागेल. हे पूर्व आर्द्रण परिणामकारक होण्याकरिता त्या कामात आणि प्रतिस्थापनाच्या कामगारांच्या कामात पूर्णपणे एकसूत्रता असली पाहिजे.

भर टाकण्याच्यापूर्वी लगेच छिद्रे स्वच्छ करावीत म्हणजे छिलल्यामुळे निर्माण होणारी धूळ, वाळलेला गारा, आणि इतर सर्व विजातीय द्रव्यापासून तो संपूर्णपणे मुक्त राहील. छिलणे आणि काटछाट पूर्ण केल्यानंतर शक्य तितके सुटे द्रव्य काढून टाकण्याकरिता प्राथमिक धुलाई करणे इष्ट असते. नवीन कॉंक्रीट ज्याच्याशी बद्ध करावयाचे आहे त्या पृष्ठभागाची अंतिम स्वच्छता ओल्या वालुकाविक्षेपणाने करावी व नंतर संपूर्ण स्वच्छता वायु-जल-स्रोताने करावी. पृष्ठभागात संनिहित असलेले सुटे द्रव्य काटछाट करताना छिन्यांनी काढून टाकण्याची आणि मुक्त-पृष्ठ-आर्द्रता दाखविणाऱ्या सर्व चकचकीत जागांचे निरसन करण्याची काळजी घ्यावी. मुक्त-पृष्ठ-आर्द्रतेच्या उपस्थितीत अगर सुट्या द्रव्याच्या लेपात अगर पटलात नवीन आणि जुन्या कॉंक्रीटमध्ये बंध प्राप्त करता येत नाही.



आ. १६८

वेंच फ्ल्यूम भितीतील कोन बोल्टांची दुरुस्ती. माध्यान्हकाली छिद्रे गोणपाटांनी गच्च भरली आणि दुसऱ्या दिवशी सकाळी ती छिद्रे शुष्क जोडणीने भरून ठेवली. ह्या छिद्रांची ही दुसरी भरणी आहे. पहिली भरणी अयोग्य कार्यपद्धती वापरल्याने संतोषजनक न झाल्यामुळे हिची गरज पडली. P X – D – 33056



आ. १६९

कॉंक्रीटच्या दुरुस्तीकरिता खोदण्यात आलेल्या क्षेत्रांचे संपर्क पृष्ठभाग संपृक्त करण्याकरिता भिजवलेल्या गोणपाटाचा वापर केला आहे. ह्या उपचाराच्या अधिक पसंत पद्धतीत भेगा भरण्याचा कापूस वापरला तरी चालतो. P X – D – 33058



आ. १७०

दुरुस्त कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागावर आधारित केलेल्या ओल्या गोणपाटाच्या चटयांनी केलेले आर्द्र मुरवण. उपचाराच्या ह्या अत्युत्तम पद्धतीत सतत ओले ठेवण्याकरिता गोणपाट सामान्यपणे दिवसातून दोनदा ओले केले की पुरे होते. PX – D – 33059.

सर्व उदाहरणांत जरुरी नसलेल्या ताण-तारा उघडया प्रबलीकरण शिगांवरून काढून टाकाव्या. जरूर लागल्यानंतर शिगा वालुक्षेपणाने स्वच्छ कराव्या. काटछाट, स्वच्छता आणि पृष्ठशुष्कन पुरेशा प्रमाणात झाले की नाही हे पाहण्याकरिता नवीन द्रव्य (कॉंक्रीट) टाकण्यापूर्वी तयार केलेल्या पृष्ठभागाची तपासणी करावी. प्रभावी होण्याकरिता कॉंक्रीटच्या सर्व दुरुस्त्यांचे पुरेसे आर्द्र मुरवण करावे. नवीन व जुन्या कॉंक्रीटमधील बंधन-शक्तीचा विकास कॉंक्रीटच्या अन्य भागांच्यापेक्षा अति सावकाश आणि जास्त वेळपर्यंत होतो. संकुचन पावण्याची आणि त्यामुळे नवीन व जुन्या कॉंक्रीटमधील अवकलनीय संचलनामुळे सुटे होण्याच्या कॉंक्रीटमधील प्रवृत्तीत दीर्घकालपर्यंत आर्द्र मुरवण करून घट करता येते आणि प्रयोगशाळेतील चांचण्यावरून असे दिसून आले आहे की आर्द्र मुरवणाच्या कालातील बद्ध जोडांची शक्ती १४ आणि २८ दिवसांच्या कालावधीत दुपटीपेक्षा जास्त होते. जर उच्च शक्ति-बंधाची गरज असेल आणि कार्यक्षम अशा दीर्घकालीन आर्द्रमुरवणाची तरतूद करता येत नसेल तर इपॉक्सी चुना वापरून रिपेरी करावी अगर इपॉक्सीबद्ध रिपेरीचा वि. १३० मध्ये रिपेरीच्या पद्धतीबाबत वर्णन केल्याप्रमाणे, विचार करावा.

(अ) शुष्क वेष्टण

रिपेरीच्या ह्या पद्धतीकरिता छिद्रे पृष्ठभागांच्या कडांपाशी धारदार व चौरस असावीत. परंतु छिद्रांच्यामधील कोपरे विशेषत: जेव्हा जलरुद्धतेची आवश्यकता असते तेव्हा गोलाकार असावेत. कोन बोल्ट, शी बोल्ट वगैरेंच्यामुळे राहिलेल्या छिद्रांचे आतील पृष्ठभाग प्रभावी बंध विकसित होईल इतक्या प्रमाणात खरबरीत करावेत. $\frac{3}{8}$ इंची पोलादी तार दोरांच्या खरबरीत खुंटीने, खाचा असलेल्या निमुळत्या (भोक मोठे करण्याच्या)

हत्याराने, अगर तारा–वेधकाने हे करता येते. परिसराभोवती अन्य छिद्रे अनेक ठिकाणी किंचित् तलोच्छिन्न करावीत. शुष्क वेष्टण छिद्रांची किमान खोली एक इंच असावी.

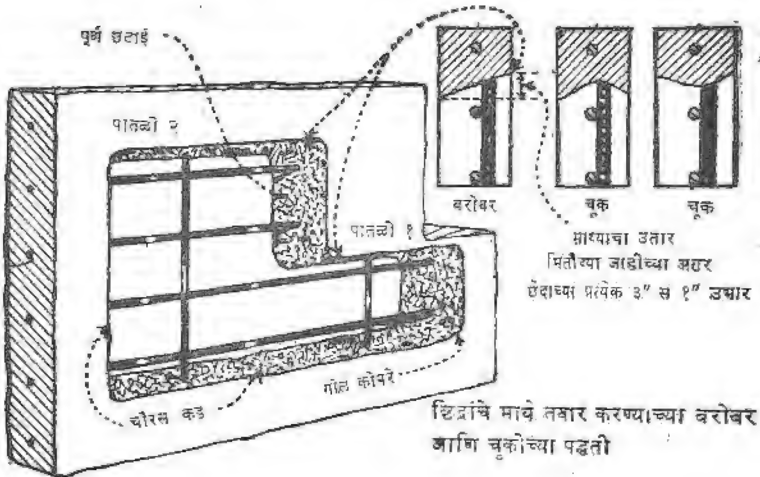
(आ) कॉंक्रीटचे प्रतिस्थापन.

समाधानकारक फलप्राप्तीसाठी या पद्धतीची खालीलप्रमाणे पूर्वतयारी करावी.

(१) जुन्या कांक्रीटमध्ये छिद्रांची किमान खोली ६ इंच व नव्यात ४ इंच असावी व रिपेरीचे किमान क्षेत्रफळ प्रबलित कॉंक्रीटमध्ये एका चौरस फुटाच्या निम्मे आणि अप्रबलित कॉंक्रीटमध्ये एक चौरस फूट असावे.

(२) प्रबलीकरण शिगा अंशतः संनिहित राहू देऊ नयेत. प्रत्येक उघड्या शिगेच्या भोवती किमान एक इंच अंतर असावे

(३) संरचनेच्या पृष्ठभागाजवळ छिद्राची वरची कड बरोबरशी क्षितिज समांतर अशी काटावी. खराबीच्या आकारावरून जर इष्ट दिसले तर कापाचा माथ्यास खालच्या बाजूकडे टप्पा ठेवावा आणि तो आडव्या रेषेत पुढे जाऊ द्यावा. छिद्राचा माथा, पाठीमागून ज्या भिंतीपासून कॉंक्रीट टाकण्यात येईल त्या भिंतीकडे १ स ३ अशा उर्ध्व उतारात कापावा (आ. १७१ पहा). रिपेरीच्या वरच्या बाजूस वातकप्पे न राहता कॉंक्रीटचे स्पंदन करता यावे म्हणून हे आवश्यक असते. काही



आ. १७१

दोन पातळ्यांवर जेथे छिद्राचे शीर्ष खोदले आहे अशा खराब कॉंक्रीटच्या अनियमित क्षेत्राची खुदाई, 288 – D – 1548

उदाहरणात जेथे भितीतून अगर तुळईतून छिद्र जाते तेथे दोन्ही बाजूनी ते भरणे अवश्य असते अशा बाबतीत कापाच्या माथ्याचा उतार त्याप्रमाणे सुधारून घ्यावा.

(४) छिद्राचा तळ आणि बाजू धारदार आणि भितीच्या दर्शनी भागाशी अदमासे चौरस अशा कापाव्या. जेव्हा कॉंक्रीटच्या संपूर्ण छेदातून छिद्र जाते तेव्हा दोन्ही दर्शनी भागाकडून तासण्या लावून पापुद्रे पडणे व कपले निघण्याचे टाळावे. सर्व आंतरिक कोपरे किमान १ इंच त्रिज्या राहील असे गोलाकार करावे.

(इ) चुन्याचे प्रतिस्थापन

जेव्हा या पद्धतीत चुना-बंदुकीचा वापर करण्यात येतो तेव्हा उसळी घेतली जाऊ नये म्हणून १ स १ या उतारात बाहेरच्या बाजूने पसरट अशी तुलनेने उथळ छिद्रे काटावीत. छिद्रांच्या आतील कोपऱ्याना गोलाई द्यावी. नव्या कॉंक्रीटमधील उथळ उणीवांची, फर्मे काढून घेतल्यावर आणि कॉंक्रीट अपक्व असेपर्यंत जर तात्काळ काम केले तर, चुन्याने प्रतिस्थापन करून दुरुस्ती करावी. उदाहरणार्थ जेव्हा पोलादी फर्म्यांना पृष्ठभागावरील द्रव्य चिकटून राहिल्यामुळे निर्माण झालेल्या " सोलल्या गेलेल्या " क्षेत्रांची दुरुस्ती करण्याची जरूरी भासते तेव्हा चुना-बंदुक वापरून आणखी साफसफाई अगर काटछाट न करता तो पृष्ठभाग भरून घ्यावा. जुन्या कॉंक्रीटच्या रिपेरीत विघटित झालेल्या द्रव्यांच्या सर्व खाणाखुणा नाहीशा करण्याचे महत्व इतके असते की त्यावर जोर द्यावा तितका थोडाच रिपेरी करावयाच्या सर्व जागा एका इंचापेक्षा कमी नाही इतक्या छिलून काढाव्या. जेथे जेथे हातानी चुना टाकून प्रतिस्थापन करावयाचे असेल त्या त्या ठिकाणी छिलून काढलेल्या क्षेत्रांच्या कडा पृष्ठभागाशी चौरस कराव्यात आणि पोपडे राहू देऊ नयेत.

१३२ शुष्क चुन्याचा वापर

काम चालू करण्यापूर्वी छिद्रे संपूर्णपणे स्वच्छ केली आहेत अगर कसे, यांत्रिक रीत्या अडकून राहिलेले मिलाव्याचे फुटलेले अगर चिराळलेले तुकडे त्यांतून काढून टाकले आहेत अगर कसे आणि पृष्ठभाग किमान २ अगर ३ दिवसपर्यंत कोरडा करण्यात आला आहे अगर कसे याची काळजीपूर्वक तपासणी करावी. नंतर तो पृष्ठभाग घट्ट चुन्याने अगर पृष्ठभाग ओला करण्याइतपत ओलसर असलेल्या गाऱ्याने संपूर्णपणे (भरून) साफसूफ करावा व त्यानंतर बंधक गारा शुष्क होण्यापूर्वी लगेच शुष्क-बंध द्रव्य जागेवर गच्च बसवावे. बंधक गाऱ्याचे मिश्रण एकास एक सिमेंटचे असते आणि घट्ट मलईसारखी संघनता येईपर्यंत सूक्ष्म रेती त्यात मिसळण्यात येते, कोणच्याही परिस्थितीत शुष्क वेष्टन किंचितसे रबरासारखे राहण्या इतपत बंधक लेप पुरेसा ओला असू नये अगर तो भारी प्रमाणात लावू नये.

कसेही असले तरी वर वर्णन केल्याप्रमाणे छिद्रांची पूर्व तयारी करणे शक्य नसेल तर ते क्षेत्र किंचित ओलसर राहू द्यावे व पृष्ठभागावर अल्प प्रमाणात मुक्त जल असू द्यावे. हे

पृष्ठभाग नंतर हलक्या हाताने सावकाश लहान कोरड्या ब्रशाने सिमेंट लावून सर्व पृष्ठभाग झाकून जाईपर्यंत आणि सिमेंटमुळे मुक्तजलाचे अवशोषण होऊन ते काळे पडेपर्यंत साफसूफ करावेत, छिद्रात काही शुष्क सिमेंट राहिले असल्यास वेष्टन चालू करण्यापूर्वी ते काढून टाकावे. निव्वळ सिमेंटच्या गाऱ्याने छिद्रांची रंगरंगोटी करू नये कारण त्यामुळे शुष्कवेष्टनाचे द्रव्य जास्त ओले होते आणि अधीक संकुचनामुळे चांगल्या रिपेरीसाठी अवश्य असलेल्या बंधाच्या विकासास अडथळा येतो.

शुष्क वेष्टण हे सामान्यतः (शुष्क राशीने अगर वजनाने) एक भाग सिमेंट व १६ क्रमांकाच्या चाळणीतून जाणाऱ्या रेतीचे मिश्रण असते. रंगसंगती येण्याकरिता विशेष काळजी घेतली नाही तर सामान्यतः भोवतालच्या कॉंक्रीटपेक्षा चुन्याचे ठिगळ जास्त काळे दिसते. ज्या ठिकाणी एकसारखा रंग असणे महत्वाचे असते तेथे (चाचणी घेऊन निर्धारित केल्याप्रमाणे) पुरेशा प्रमाणात एकसारखी छटा निर्माण करण्याकरिता पांढरे सिमेंट वापरावे. कोन बोल्टाची छिद्रे भरण्याकरिता वापरण्यात येणाऱ्या एकास तीन अगर एकास साडेतीन प्रमाण असलेल्या जास्त निबल मिश्रणात पुरेशी शक्ती असते व ते भितीच्या रंगाशी चांगल्या प्रकारे जुळून दिसते. हाताने किंचित् दाब देताच चेंडूच्या आकाराचा होईल अशा प्रकारचा चुना वापरला असताना तो चिकटून राहील व पाणी बाहेर येणार नाही पण हात ओलसर होतील असा चुना तयार होण्यास जेवढे पाणी लागेल तेवढेच पाणी वापरावे; मिश्रण जलाची योग्य राशी आणि योग्य संघनता अशा असतात की जेव्हा द्रव्य भरीवपणे भरण्यात येते तेव्हा ते मिश्रण रबरासारखे होण्याच्या अवस्थेत असते. कोणच्याही प्रकारे पाणी कमी पडले तर त्यामुळे बळकट व सघन भरणी तयार होणार नाही; जास्त पाणी झाल्यास त्यामुळे अतिशय संकुचन होईल आणि दुरुस्ती सैलसर होईल.

शुष्क वेष्टन द्रव्य सुमारे $\frac{3}{८}$ इंच संदाबित जाडी असलेल्या थरांत भरून ठेवावे. थर जाड झाले तर तळाशी चांगल्या प्रकारे संदाबन होणार नाही. नंतरच्या थराशी बंध होण्यास सोयीचे होण्याकरिता प्रत्येक थराचा पृष्ठभाग खरडावा, बऱ्याच प्रमाणात रबरी–पणा विकसित झाला नसेल तर एकामागून एक थर लगेच टाकावेत. जर रबरीपणा निर्माण होत असेल तर रिपेरीचे काम ३० ते ४० मिनिटे उशीरा करावे. कोणत्याही परिस्थितीत ओल्या आणि शुष्क द्रव्यांच्या थरांचा एकामागून एक असा वापर करू नये.

कठीण लाकडाची काठी आणि हातोडी वापरून संपूर्ण पृष्ठभागावर प्रत्येक थर भरीव-पणे संदाबित करावा. ह्या काठ्या सामान्यपणे ८ ते १२ इंच लांब असतात व १ इंच व्यासापेक्षा त्यांचा व्यास जास्त नसतो आणि ताज्या चुन्यावर कॉकिंगच्या हत्यारासारखा त्यांचा वापर करण्यात येतो. धातूच्या शिगांपेक्षा कठीण लाकडाच्या काठ्या अधिक पसंत करण्यात येतात कारण धातूंच्या शिगांचा कल प्रत्येक थराच्या पृष्ठभागास झिलई देण्याकडे असतो आणि त्यामुळे बंधाची खात्री कमी रहाते आणि भराईत एकसारखेपणा कमी होतो. बरेचसे ठोकणीचे काम किंचित् कलत्या दिशेने आणि छिद्राच्या बाजूकडे होईल असे करावे. त्यामुळे ह्या क्षेत्रात कमाल संदाबन होईल अशी खात्री मिळते. छिद्रे

प्रमाणापेक्षा जास्त भरू नयेत आणि भराईच्या विरुद्ध कठीण लाकडाची सपाट बाजू ठेवून आणि अनेक ठोके चांगल्या प्रकारे त्यावर मारून अंतिम सफाई सामान्यपणे लागलीच करावी. जरूर तर काही वेळाने फाटक्या कपड्याने काही थोडे हलके ठोके मारले तर स्वरूपात सुधारणा होऊ शकते. सफाईची पोलादी अवजारे वापरू नयेत आणि सफाई करणे सोपे जावे म्हणून पाण्याचा वापर करता उपयोगी नाही.

१३३ – रचित काँक्रीटच्या प्रतिस्थापनाची क्रियापद्धति.

संरचनेच्या बाजूकडून जेव्हा काँक्रीट टाकणे भाग असते तेव्हा काँक्रीटचे प्रतिस्थापन समाधानकारकपणे करण्याच्या क्रियापद्धतीत संरचन आणि फर्मे बसविणे हे महत्वाचे टप्पे असतात. आ. १७२ त भितीच्या फर्म्याचे तपशील दाखविले आहेत. गच्च आणि स्वीकार्य अशी रिपेरी होण्याकरिता खालील अवश्यकतांचे पालन केले पाहिजे.

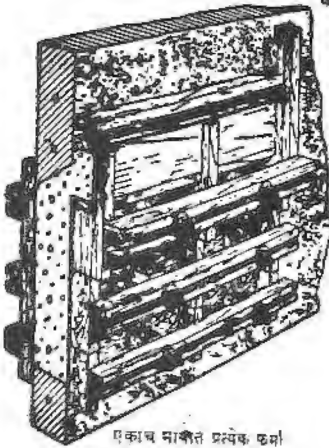
(१) भितीच्या रिपेरीचे १८ इंचापेक्षा जास्त उंचीचे पुढच्या बाजूच्या फर्म्याचे छेद आडवे तयार करावेत. त्यामुळे १२ इंचापेक्षा जास्त खोली नसलेल्या उभारात काँक्रीट सोयीस्करपणे टाकता येते. पाठीमागचा फर्मा एकाच तक्त्याचा तयार केला तरी चालतो. काँक्रीटच्या कामाची प्रगती होत असताना जे भाग बसवावयाचे ते काँक्रीट चालू करण्याच्या अगोदर जोडून ठेवावेत.

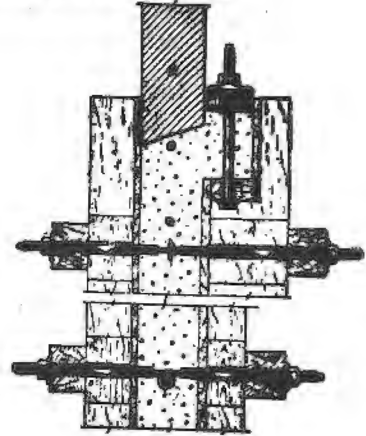
(२) फर्म्याच्या वेष्टकांच्यावर जास्तीत जास्त मोठ्या क्षेत्रावर दाब पाडण्या-करिता, भित्तिपट्ट आणि वेष्टक यांच्या दरम्यान चिकटून बसविलेल्या लाकडी ठोकळ्यांच्या मधून ताण बोल्ट घालावेत.

(३) वाकड्या तिकड्या आकाराच्या छिद्रांकरिता एकापेक्षा अधिक पातळीवर चिमण्यांची गरज लागेल आणि तुळईच्या जोडणीचा संबंध असणाऱ्या काही उदाहरणात भितीच्या दोन्ही बाजूवर अगर तुळईवर चिमणीची जरूरी लागेल. सर्व ठिकाणी छिद्राच्या पूर्ण रुंदीइतका चिमणीचा विस्तार असावा.

(४) योग्यवेळी चिमणीच्या टोपीवर दाब पाडता यावा म्हणून भक्कम फर्मे तयार करावेत.

(५) एकमेकालगतच्या भागांच्या जोडाजवळ आणि फर्मे व काँक्रीट यांच्या दरम्यान आणि ताण–बोल्टांच्या छिद्रांच्या जवळ काँक्रीट टाकण्याच्या अंतिम टप्प्यात जेव्हा काँक्रीटवर दाब पाडावा लागतो तेव्हा चुन्याची हानि होऊ न देण्याकरिता जोडांच्या जवळ फर्मे चुनागच्च असले पाहिजेत. पिळवटलेला अगर धागेदार कॉकिंगचा कापूस घडया केलेल्या कॅन्व्हसच्या पट्ट्या अगर तत्सम द्रव्यांचा, जशी फर्म्याची जोडणी केली जाते तसा, वापर करावा.





भरीव काँक्रीटच्या संरचनाच्या पृष्ठभागावर पुनःस्थापना करता अंकर बोल्टांचा वापर करून हे पुढचे फर्मे वापरावेत.

आ. १७२

भितीतील काँक्रीटच्या प्रतिस्थापनाच्या फर्म्यांचा तपशील. 288 - D - 1549

प्रत्येक उभाराकरिता फर्म्याचा पुढचा भाग बसवावयाच्या आधी लगेच नव्या काँक्रीटने झाकून जाणाऱ्या जुन्या काँक्रीटच्या बाजूंच्या जवळच्या पृष्ठभागावर चुन्याचा पातळ (सुमारे $\frac{1}{8}$ इंच) थराचा लेप द्यावा. प्रतिस्थापन – काँक्रीटमधल्या चुन्यात जितकी वाळू आणि सिमेंट होते व जितके जलसिमेंट गुणोत्तर होते तितकीच वाळू व सिमेंट आणि तितकेच गुणोत्तर ह्या चुन्यात असावे. पूर्व आर्द्रणाने, वालुका विक्षेपाने आणि धावनामुळे पृष्ठभाग दमट करावा (पण तो ओला नसावा) आणि वायु-चूषण बंदुकीने, ब्रशाने, रबरी हातमोजे घालून पृष्ठभाग घासून आत चुना लावावा. त्यानंतर लगेच काँक्रीट टाकावे.

रिपेरीच्या काँक्रीटचे जल-सिमेंट गुणोत्तर तशाच प्रकारच्या नवीन बांधकामात वापरण्यात आलेल्या गुणोत्तरासारखेच असावे. काँक्रीट योग्य प्रकारे टाकण्याशी आणि पूर्ण स्पंदनाशी सुसंबद्ध राहील अशा आकाराचा मिलावा आणि असा किमान अवपात, जलांश आणि परिणामी-संकुचन किमान ठेवण्यासाठी, वापरावा. काँक्रीटमध्ये ३ ते ५ टक्के धारित वायु असावा. ज्या ठिकाणी पृष्ठभागाच्या रंगाला महत्व असते तेथे सिमेंटची काळजीपूर्वक निवड करावी अगर इष्ट परिणाम प्राप्त होण्यासाठी त्यात पांढऱ्या सिमेंटचे मिश्रण करावे. संकुचन किमान व्हावे म्हणून टाकताना काँक्रीट शक्य तितके गार असावे

म्हणून ऊबदार हवामानात आच्छादित केलेल्या जागेवर द्रव्ये ठेवावीत. द्रव्यांचे प्रमाणीकरण वजनाने करणे अधिक पसंत असते पण लागणाऱ्या नक्की आकाराच्या प्रमाणीकरण पेट्या उपलब्ध असतील तर त्या वापरण्यास हरकत नाही. कामाच्या ह्या वर्गाकरिता लागणारे वाटे लहान असल्यामुळे द्रव्यांच्या एकसारखेपणास महत्व असते आणि त्याकडे योग्य प्रकारे लक्ष द्यावे. उभारांत जेव्हा काँक्रीट टाकण्यात येते तेव्हा मधेमधे खंड पडेल असे टाकावे. उभाराच्या दरम्यान ३० मिनिटांचा किमान कालावधी ठेवावा. एकापेक्षा जास्त पातळ्यांवर जेव्हा चिमण्यांची जरूरी असते तेव्हा खालची चिमणी भरून घ्यावी आणि उभाराच्या दरम्यान ३० मिनिटांचा कालावधी राखावा. भिंतीच्या अगर तुळईच्या दोन्ही दर्शनी भागावर जेव्हा चिमण्या लागतात तेव्हा काँक्रीट एका चिमणीतूनच असे टाकावे की ते दुसऱ्या चिमणीकडे वाहून जाईल.

जेव्हा व्यवहार्य असा किमान अवपात वापरण्यात येतो तेव्हा उत्तम रिपेरी साध्य होते. सामान्य प्रकारच्या मोठ्या फर्म्यातील पहिल्या उभाराकरिता हा अवपात सुमारे ३ इंच असतो. नंतरचे उभार जास्त सुके असले तरी चालते आणि छिद्रांतील व चिमणीतील माथ्याजवळचे थोडेसे इंच काँक्रीट जवळजवळ शून्य अवपात असताना टाकावे.

संपूर्ण छिद्रास पुरे होईल इतके काँक्रीटचे मिश्रण सुरुवातीलाच करणे सामान्यतः उत्तम असते. त्यामुळे जेव्हा अनुवर्ती उभारातील काँक्रीट टाकले जाते तेव्हा त्याचा काल $\frac{1}{2}$ तास, १ तास अगर १$\frac{1}{2}$ तासाचा असेल. अशा पूर्वमिश्रित काँक्रीटचे जर समाधानकारक स्पंदन करता आले तर अवस्थापन व संकुचन कमी होते. ताज्या मिश्रण केलेल्या काँक्रीटपेक्षा त्याची शक्ती जास्त असते.

रिपेरीचा दर्जा कमी अवपाताचे काँक्रीट वापरण्यावरच केवळ अवलंबून नसतो तर तो काँक्रीट टाकत असताना व नंतर अशा दोन्ही वेळा केलेल्या स्पंदनाच्या परिपूर्णतेवरही अवलंबून असतो. प्रमाणापेक्षा जास्त स्पंदन करण्यात धोका नसतो. जर प्रवेश होऊ शकत असेल तर निमज्जन प्रकाराचे स्पंदनक वापरावेत. ते शक्य नसल्यास, ह्या प्रकारच्या स्पंदकांचा फर्म्यावर बाहेरच्या बाजूने प्रभावीपणे उपयोग करता येतो. अप्रवेश्य अशा मोठाल्या रिपेरीच्या कामावर, फर्म्यावर विशेषतः एकाच फळीच्या पाठीमागच्या फर्म्यावर बसविलेल्या अगर बिजागरी आधाराच्या ओतकामासारख्या मोठ्या धातूच्या जोडकामावर बसविलेल्या स्पंदकांचा किफायतशीरपणे उपयोग करता येतो. छिद्र संपूर्णपणे भरल्यावर लगेच भराईवर दाब लागू करावा आणि फर्मा स्पंदनित करावा. काँक्रीट कठीण होईपर्यंत व इतःपर स्पंदनाला प्रतिसाद देत नाही असे होईपर्यंत ३० मिनिटांच्या अंतराने ही क्रिया पुनः पुनः करावी. पाचरी मारून अगर दाब टोपीतून (आ. १७२) आरपार जाणारे बोल्ट घट्ट करून दाब पाडण्यात येतो. फर्म्याचा वरचा भाग भरताना चिमणीतील दाबटोपीच्या खालचे फक्त २ अगर ३ इंच तसेच राहू द्यावेत. ह्यापेक्षा जास्त खोली ठेवली तर दाब विसरणाची प्रवृत्ती निर्माण होते. छिद्र भरल्यानंतर आणि दाब टोपी बसविल्यानंतर

कॉंक्रीटचे स्पंदन त्यावेळी दाब लागू केल्याखेरीज करू नये–तसे केले तर बंधनाला अडथळा आणणारे जल–पटल रिपेरीच्या माथ्यावर निर्माण होण्याची शक्यता असते.

कॉंक्रीटला अल्युमिनमच्या भुकटीची जोड दिल्याने वि. १८४ त वर्णन केल्याप्रमाणे कॉंक्रीटचे विस्तरण होण्यास ती कारणीभूत होते. अनुकूल परिस्थितीत ज्या ठिकाणी प्रति–स्थापन द्रव्ये बाजूनी आत घालावी लागली अशा ठिकाणी गच्च व सुबंधनित दुरुस्त्या संपादन करण्याकरिता ही क्रियापद्धती यशस्वीपणे वापरण्यात आली आहे. आ. १७२ मध्ये दाखविलेल्या फर्म्यासारखेच फर्मे वापरावेत. उभारांच्या दरम्यान अवस्थापनाकरिता वेळ देऊ नये. वरचा उभार आणि चिमणी भरण्यात येत असताना दाब लागू करण्याची आवश्यकता नसते परंतु दाबटोपी जागेवर बसवावी म्हणजे विस्तरण होणारे कॉंक्रीट, दुरुस्त केल्या जाणाऱ्या छिद्रांतच बंदिस्त राहील आणि त्याने ते छिद्र पूर्णपणे भरले जाईल. त्यानंतर पुनः स्पंदन करू नये. कामावरील द्रव्यांच्या व तपमानांच्या चांचण्यावरून प्रभावी विस्तरण प्राप्त होईल असे दिसून येईपर्यंत अल्युमिनमची भुकटी वापरू नये आणि त्यानंतर-सुद्धा काटेकोर नियंत्रणाखालीच तिचा वापर करावा. जेव्हा भुकटी वापरण्यात येते तेव्हा तिचे वजनाने५०भाग सिमेंट अगर पोझोलानशी प्रथम संमिश्रण करावे. लागणारे विस्तरण संपादन करण्याकरिता सौम्य अगर उच्च तपमानाऐवजी कमी तपमानात या मिश्रणातील जास्त भाग वापरावा.

भितीच्या, स्तंभांच्या, कठड्यांच्या आणि परित्रांच्या माथ्यांच्या पुनर्रचनेकरिता वाप–रण्यात येणाऱ्या फर्म्याप्रमाणेच उघड्या माथ्याच्या फर्म्यातून कॉंक्रीटचे प्रतिस्थापन करणे तुलनेने आसान ठरते. ज्यामुळे टिकाऊपणाची खात्री असलेले कॉंक्रीट तयार करता येईल असेच द्रव्य फक्त वापरावे. वजनाने जल–सिमेंट गुणोत्तर ०·४५ पेक्षा जास्त असू नये, उत्तम टिकाऊपणाकरिता मिलाव्याचा कमाल आकार शक्यतो जास्त मोठा असावा आणि आणि रेतीची टक्केवारी शक्यतो कमीत कमी असावी. फर्म्यात विशेष प्रकारच्या लक्षणांची आवश्यकता नसते, परंतु त्यांचे स्पंदन होताना ते चुनागच्च असावेत आणि निकटच्या क्षेत्रातील कॉंक्रीटप्रमाणेच नवीन कॉंक्रीटही त्यांच्यामुळे सफाईदार व्हावे. शक्य तितका अवपात कमी असावा आणि अवपात कमी असूनसुद्धा धारितवायूची कमाल अनुज्ञेय टक्केवारी मिळविण्याकरिता वायुधारक द्रव्याच्या मात्रेत जरूरीप्रमाणे वाढ करावी. पाण्याचा निकास जलदी व्हावा म्हणून पृष्ठभागाच्या माथ्यावर उतार द्यावा. सफाईवरील हस्तलाघव कमीत कमी करावे आणि पोलादी थापीच्या सफाईपेक्षा लाकडी नेवल्याची सफाई अधिक पसंत करावी. सफाईला मदत म्हणून पाण्याचा वापर करण्यास मनाई करावी.

सामान्यपणे अपक्व कॉंक्रीट फर्मे काढण्याने खराब होत नसेल तर कॉंक्रीटच्या प्रति–स्थापनांच्या रिपेरीचे फर्मे कॉंक्रीट टाकून झाल्यानंतर एक दिवसाने काढावे पण खराबी होत असेल तर आणखी एक दोन दिवस फर्मे खोलण्याचे काम पुढे ढकलावे. चिमण्यामुळे राहिलेले प्रक्षेप सामान्यतः दुसरे दिवशी काढून टाकावे. जर काटछाट अगोदर केली असेल तर कॉंक्रीटची दुरुस्तीच्या भागात फुटण्याची प्रवृत्ति निर्माण होते. हे प्रक्षेप नेहमी तळा–

पासून वरच्या दिशेने काढून टाकावेत. कारण ते वरून खाली काढले तर दुरुस्तीतील कॉंक्रीट फुटण्याची प्रवृत्ति निर्माण होते. काटछाटीमुळे निर्माण होणारे खरबरीत क्षेत्र भरून घ्यावे आणि समोवतालच्या क्षेत्राच्या पृष्ठभागाशी समतुल्य असा पृष्ठभाग तयार होण्या-करिता ते दगडांनी घोटावे. (वि. १२० पहा). ह्या पृष्ठभागावर गिलावा करण्यास केव्हाही परवानगी देऊ नये.

१३४ – अरचित कॉंक्रीटच्या प्रतिस्थापनाची क्रियापद्धति.

हानि पोचलेल्या खराब झालेल्या फरशी अगर कालव्याच्या अस्तराच्या लाद्यांच्या प्रतिस्थापनात जेथे लादी संपूर्ण खोली इतकी प्रतिस्थापित करावयाची असते तेथे उत्तम परिणाम प्राप्त होण्याकरिता विभाग १०५ व १०९ (इ) मध्ये जी क्रियापद्धती वर्णन केली आहे तिच्याहून भिन्न पद्धती लागत नाही. परिसीमेच्या जवळच्या संपर्ककडा स्वच्छ असाव्यात आणि पृष्ठभागाच्या ठीक समोर असाव्यात.

सांडव्याच्या बोगद्याच्या अधस्तरांची आणि सांडव्याच्या डोणीच्या हानि पोचलेल्या अगर क्षरण झालेल्या पृष्ठभागांची दुरुस्ती करण्याकरिता खास तंत्र वापरावे लागते. खराबी ज्या सामान्य बळामुळे होते त्यांच्याशिवाय अशा दुरुस्त्यांना अनेकवेळा जलदगतीने वाहणाऱ्या पाण्याला आणि कधीकधी लोंबत्या घनपदार्थामुळे निर्माण होणाऱ्या प्रचंड गतिशील व अपघर्षक बलांना तोंड देणे भाग पडते. प्रतिस्थापनेच्या पूर्वतयारीकरिता वि. १३१ मध्ये दिलेल्या सूचनांचे पालन करावे मात्र दुरुस्तीच्या कडा कॉंक्रीटच्या करवतीने किमान एक इंच खोलीपर्यंत कापाव्यात. द्वाराच्या बाजू तलस्थित छिलनाने गुंतवाव्यात. दुरुस्तीची खोली रुंदीच्या इतकी असावी पण ती ६ इंचापेक्षा कमी असू नये. जास्त मोठ्या क्षेत्रावरील दुरुस्ती सामान्यपणे १२ इंचापेक्षा जास्त खोल असणार नाही. तथापि ग्रॅंडकूली धरणाच्या सांडव्याच्या द्रोणीतील दुरुस्त्या किमान १८ इंच खोल गेल्या होत्या.

जर छिद्रे ६ इंच चौरसापेक्षा लहान असली तर वि. १३३ मध्ये वर्णन केलेली शुष्क-वेष्टन क्रियापद्धति वापरून ती भरून टाकावी. ती जर जास्त मोठी असली तर अवपात-रहित कॉंक्रीटचा वापर करावा. त्याचे संपूर्णपणे स्पंदन करावे आणि ३ इंची थरात त्याची यंत्रचलित ठोकणी करावी. शक्य असेल तर प्रतिस्थापित कॉंक्रीट छिद्रात घालून ठोकण्या-पूर्वी शक्य तितक्या जास्त वेळ तसेच राहू देऊन त्याचे प्राक्संकुचन करावे. मिश्रण-मिलाव्याचा आकार आणि प्रतवारी यांची निवड किमान जलांश राहील अशी करावी आणि जल–सिमेंट गुणोत्तर ०·४० पेक्षा बरेच कमी असावे.

१३५ – चुन्याच्या प्रतिस्थापनाची क्रियापद्धति.

लहान बंदुकीचा वापर करून जेव्हा वायुवीय पद्धतीने द्रव्य घालण्यात येते तेव्हा चुन्याच्या प्रतिस्थापनापासून उत्तम फलप्राप्ति होते. चुना वायुवीय पद्धतीने लावण्याकरिता

सर्व साधारणपणे वापरण्यात येणारे उपकरण इतके मोठे असते की ते नवीन कॉंक्रीटच्या सामान्यपणे लहान आकार असलेल्या दुरुस्त्याकरिता संतोषजनक काम देऊ शकत नाही. सामान्यपणे लहान असणाऱ्या क्षेत्रात नितळ काम करणे अवघड जाते आणि स्वच्छतेवरील खर्च फार होतो कारण स्वच्छता क्वचितच शीघ्रतेने केली जाते. तथापि आ. ११७ त दाखविलेल्या वायुचूषण बंदुकीसारखे तोटीवर जलकडे बसविलेले उपकरण वापरणे लहान प्रमाणातील दुरुस्तीच्या कामावर समाधानकारक असल्याचे सिद्ध झाले आहे. दुरुस्त करावयाच्या जागा, छिनून काढून, संपृक्त करून, वालुक्षेपण करून आणि धुवून तयार केल्यानंतर आणि मुक्तजल काढून टाकल्यानंतर चुना तात्काळ त्यावर लावावा. सिमेंट, सिमेंटचा गारा अगर आर्द्र चुन्याचा प्रारंभिक लेप देऊ नये.

वायु-चूषण बंदुकीत वापरण्याकरिता १ भाग सिमेंटला ४½ भाग नैसर्गिक वाळूच्या मिश्रणाची शिफारस केली आहे. ह्या प्रमाणात उसळीमुळे फरक होऊन जागेवर ते मिश्रण जास्त गाढे होते. १६ नंबरच्या ८ चाळणीतून जाणारी चांगल्या प्रतवारीची वाळू वापरून उत्तम फलप्राप्ती होते. शुष्क-वेष्टन दुरुस्तीकरिता जी संघनता लागते तितकीच संघनता येईल इतके पाणी अंदाजाने घालून सिमेंट आणि वाळूचे मिश्रण करावे. जर पुरेसे पाणी वापरले नाही तर उसळी उंच जाईल व लावलेला चुना अतिगाढा होईल; परंतु जर अतिशय पाणी वापरले तर ते बंदुक वारंवार चोंदून जाण्यास कारणीभूत होईल. जेव्हा योग्य संघनतेचा वापर करण्यात येतो तेव्हा बंदुक कधीकधी चोंदेल परंतु तिची तोटी जमिनीवर अगर भिंतीशी धरून चोंदलेले द्रव्य चूषण होजच्या बाहेर फेकले जाईपर्यंत बंदुकीवर व होजवर ठोके मारून ती सहजपणे स्वच्छ करता येते.

जर एका इंचापेक्षा जास्त खोलीच्या दुरुस्त्या करावयाच्या असतील तर ढिलेपणा टाळता यावा आणि बंध सैल होऊ नये म्हणून ¾ इंचापेक्षा जास्त जाड नाही असा थराथराने चुना लावावा. प्रत्येक थर पुरा झाल्यानंतर दुसरा थर टाकण्यापूर्वी ३० मिनिटे अगर त्यापेक्षा जास्त काल जाऊ द्यावा. दुसरा थर घालण्यापूर्वी पृष्ठभागावरील थराची खरडून अगर अन्य तऱ्हेने पूर्वतयारी करण्याची जरूरी नसते मात्र चुना सुका होऊ देता कामा नये.

आ. ११७ व १७३ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे जर तोटीतून पाणी घातलेल्या लहान बंदुकीचा उपयोग करण्यात आला तर ढिलेपणा आणि नंतरचे संकुचनामुळे होणारे चिराळणे टाळण्याकरिता शक्य तितका किमान जलांश असलेला चुना वापरण्याची काळजी घेतली पाहिजे. प्रबलीकरण शिगांच्या भोवती चुना घालण्याकरिता जरी बंदुकीचा व्यापक प्रमाणात उपयोग करू नये तरी जेथे तुलनेने कमी पोलाद उघडे पडले आहे अशा उथळ उणीवांच्या जागी छिद्राचा हा भाग भरला जात असताना बंदुकीचा कोन वरचेवर बदलला तर चांगल्या प्रकारे रिपेरी करता येते.

रिपेरी पूर्ण करताना छिद्राच्या (माथ्याच्या) पातळीपेक्षा ते किंचित् जास्त भरावे. द्रव्य अंशतः कठीण झाल्यानंतर पण तरीही ते पोलादी थापीच्या कोरेने काटछाट करता

येईल असे असताना अतिरिक्त द्रव्य मध्यावरून कडांच्याकडे थापी चालवत तासून काढावे. बंधाला हानि पोचण्याचे टाळण्याकरिता अत्यंत काळजी घेतली पाहिजे. सफाईकरिता थापी अगर पाणी ह्या दोन्हीपैकी कोणचेही वापरू नये. नरम फडक्याने पृष्ठभाग हलकासा घासून समाधानकारक सफाई प्राप्त करावी.



आ. १७३

प्रतिस्थापनाचा चुना लावणे. काँक्रीटच्या तोडलेल्या ताज्या तुकड्यासारखे स्वच्छ असलेल्या आर्द्र संपर्क पृष्ठभागावर चुना लावावा. P X - D - 33057.

गौण पुनस्थापनांच्या करता जर वि. १४१ (ई) मध्ये वर्णन केलेल्या क्रियापद्धतीस तंतोतंत अनुसरून आणि नंतर अ. १३९ मध्ये वर्णन केलेला हवाबंदी उपचार करून रिपेरी केली तर चुन्याचे समाधानकारक प्रतिस्थापन हाताने करण्यास हरकत नाही. सर्व सदोष

आणि बाधित कॉंक्रीट पूर्णपणे काढून टाकण्यावर जुन्या कॉंक्रीटचे चुन्याबरोबर चांगल्या प्रकारे बंधन होण्यावर, चुना टाकून झाल्यानंतर त्या विगळाचे संकुचन निरसित होण्यावर, आणि पूर्णपणे मुरवण करण्यावर ह्या पद्धतीचे यश अवलंबून आहे.

१३६. इपॉक्सीच्या वापराची क्रियापद्धति

वि. १३१ (आ) मध्ये वर्णन केल्याप्रमाणे पृष्ठभागाची पूर्वतयारी केल्यानंतर, बंधन--माध्यम म्हणून इपॉक्सीचा वापर खालीलप्रमाणे करण्यात येतो.

दोन भाग असलेली एक योग्य बनावट, वापराच्या वेळेस, पूर्णपणे मिश्रित करण्यात येते आणि १० ते १५ " मिल्सचा " किमान थर मिळावा म्हणून प्रथम ताठ ब्रशाने जुन्या कॉंक्रीटचा पृष्ठभाग घासून नंतर त्यावर हे मिश्रण लावणे अधिक पसंत करण्यात येते. कधीकधी पूरक अगर थायोक्सो ट्रॉपिक योगकांची, अतिशय खरबरीत अगर खडा उतार असलेल्या पृष्ठभागावर ही जाडी कायम राहण्याकरिता, जरूरी असते. नंतर अदमासे २ इंच अवपात असलेले, जे बऱ्याच परिस्थितीसाठी शिफारसीत आहे असे काम चलाऊ ताजे कॉंक्रीट, शक्य तितके लवकर पण निश्चितच जेव्हा इपॉक्सी अजूनही ताजे आणि खरबरीत असते तेव्हा, टाकावे. हे काम ४० मिनिटे ते एक तासाच्या आत साध्य करावे कारण सामान्य पातळ न केलेल्या इपॉक्सी बनावटींचा हा पात्र-काल असतो. मिश्रणाच्या पात्रकालात आणखी एक साध्य करावयाची बाब, कामात वापरलेली सर्व टाकून न देण्याची हत्यारे, भांडी, वगैरे स्वच्छ करणे ही, असते. इपॉक्सी मिश्रणे हाताळणे सोयीस्कर व्हावे म्हणून विलायक अगर अभिक्रियाशील तनुकारक वापरून ते विरल अगर पातळ करण्यास कधीही परवानगी देऊ नये.

इपॉक्सी आणि त्याच्या घटकांचा त्वचेशी स्पर्श होण्याचे टाळण्याकरिता सावधगिरी घेण्यासंबंधी सर्व कर्मचाऱ्यांना काळजीपूर्वक सूचना दिल्या पाहिजेत. संरक्षक कपडे, हातमोजे आणि गॉगल्ससकट, वापरले पाहिजेत व इपॉक्सी हाताळताना जेव्हा ह्या द्रव्याचा त्वचेशी संपर्क होतो अगर त्वचेवर ते राहून जाते तेव्हा त्याचा परिणाम तीव्र अलेर्जिक अभिक्रिया होण्यात आणि आरोग्यास संभाव्यत: कायम हानि पोचण्यात होतो, म्हणून त्वचेच्या इतर भागावर लावण्याकरिता संरक्षक मलमांची तरतूद करावी. असंरक्षित त्वचेशी ह्या द्रव्याच्या आकस्मिक संपर्क झाल्याने जर काही निक्षेप निर्माण झाला तर ते (द्रव्य) साबण आणि पाण्याने धुवून लागलीच काढून टाकावे मात्र याकरिता विलायकांचा कधीही उपयोग करू नये.

इपॉक्सी बंधक कामात जी द्रव्ये वापरतात त्याच्या सारखी द्रव्ये इपॉक्सी चुना लावतानाही वापरतात. फरक इतकाच की पूरक अगर मिश्रण दाट करणाऱ्या द्रव्यांचा समावेश असलेली द्रव्ये वापरू नयेत.

इपॉक्सी संचातील दोन घटक संपूर्णपणे मिसळून इपॉक्सी चुना तयार करण्यात येतो. नंतर अपूरक परंतु उत्प्रेरित राळीचा एक लहानसा भाग राखून ठेवावा. जेव्हा पोर्टलंड

सिमेंटचा चुना अगर काँक्रीट दुरुस्तीचा इपॉक्सी बंध लागू करण्यात येतो तेव्हा तशा इपॉक्सी बंधावर ब्रश करण्याकरिता प्राथमिक लेप म्हणून हा भाग वापरण्यात येतो. नंतर बंधकी रेझीनच्या शेष भागाचे, स्वच्छ कोरड्या प्रतवारी केलेल्या–ज्याचा कमाल आकार रिपेरीच्या प्रकारावर अवलंबून असतो त्या मिलाव्याशी, तुलनेने गाढा चुना बनविण्याकरिता मिश्रण करण्यात येते. अति पातळ ठिगळांच्याकरिता अगर पंखासारखी कोरदार अवस्था असलेल्या ठिगळांच्या रिपेरीकरिता वजनाने एक भाग इपॉक्सी आणि २ अगर ३ भाग सूक्ष्म रेतीच्या मिलाव्याचे मिश्रण उपयुक्त असते. जास्त खोल असलेल्या दुरुस्त्याकरिता योग्य अशा अधिक मोठ्या मिलाव्यांचा उपयोग करण्यात येतो आणि जेथे क्र. ४ अगर $\frac{3}{8}$ इंच कमाल आकाराचा मिलावा वापरता येतो तेथे एकास पाच अगर एकास सहा या प्रमाणात जास्त निबल मिश्रणे वापरणे उपयुक्त असते.

बिनचुक प्रतवारी केलेल्या आणि सुकेविलेल्या मिलाव्याचे, इपॉक्सी यौगिकाचे मिश्रण केल्यानंतर, लगेच इपॉक्सीशी पूर्णपणे संमिश्रण करणे अत्यंत महत्वाचे असते. कोणत्याही परिस्थितीत विलायकांचा अगर तनुकारकांचा वापर करू नये. बंधाच्या थराकरिता राखून ठेविलेल्या व न भरलेल्या इपॉक्सी रेझीनच्या भागांचा हत्यारावर थर देऊन अगर हत्यारे त्यात बुडवून त्यांचे स्नेहन साध्य करण्यात येते. ह्यातील किंचितसा भाग सफाईच्या हत्यारावर लावण्याकरिता ठेवून द्यावा. घट्ट पोर्टलंड सिमेंटच्या चुन्यासारखाच हा चुना लावावा. खडे उतार, उदग्र पृष्ठभाग, अगर वरच्या बाजूवरील तुलनेने जाड ठिगळाकरिता फर्म्यांना सिलिकॉन निर्माण करणाऱ्या द्रव्यांचा हलकासा लेप द्यावा अगर पॉलिथिलीन अथवा सेलोफेनच्या पटलांनी चिकटपणा न यावा म्हणून फर्मे झाकावे. चि. २३८ मध्ये इपॉक्सी रिपेरीच्या मुरवणाचे वर्णन केले आहे.

१३७ झिरपण होत असताना दुरुस्ती करणे

ज्या ठिकाणी पाणी पाझरत आहे अगर वहात आहे तेथे दुरुस्त्या करण्याचा प्रयत्न करू नये. जेव्हा पाणी वळवता येत नाही तेव्हा जलद पक्व होणारा चुना निर्गमद्वारात गच्च बसवून पुरेशा अवधीपर्यंत रिपेरीकरिता प्रवाह थांबविणे आणि पक्वता आणणे पुष्कळवेळा शक्य असते. अशा गळत्यांच्याकरिता लागणारा चुना मापाने एक भाग सिमेंट आणि एक ते दोन भाग वाळूचा असावा. जर मिश्रणाच्या पाण्यात ३० ते ५० टक्के कॅल्शियम क्लोराईड अगर सिमेंटच्या वजनाच्या सुमारे ५ टक्याइतकी सोडा ॲश असेल तर चुना गळतीच्या विरूद्ध जागेवर घट्ट धरून ठेविला जात असताना काही थोड्या मिनिटात तो पक्व होईल. मिश्रण जल-द्रावणाच्या शक्तीवरून पक्वता काल निश्चित करण्यात येतो.

१३८ – दुरुस्त कामाचे मुरवण

बऱ्याचशा दुरुस्त्यांचे आकारमान लहान असल्याने आणि जुन्या काँक्रीटची प्रवृत्ती नवीन द्रव्यातून आर्द्रतेचे अवशोषण करण्याकडे असल्याने किमान पहिल्या २४ तासात तरी जल–

मुरवण करणे अत्यंत इष्ट असते. रिपेरी करताना जेव्हा फर्मे वापरण्यात आलेले असतात तेव्हा ते काढून टाकून घेऊन नंतर नवीन कॉंक्रीटच्या सान्निध्यात ओल्या गोणपाटाच्या काही थोडया घडया ठेवून त्यावर पुन: बसविता येतात. फर्म्यांच्या अनुपस्थितीत आ.१७० मध्ये दाखविल्याप्रमाणे ओल्या गोणपाटाची घडी आधारित करता येते. आ. १६३ मध्ये जलमुरवणाच्या उत्तम पद्धतीपैकी एक दाखविली आहे. त्यात बांधकामाच्या माथ्यावर ठेवलेला मृदाशोषक रबरीनळ दाखविला आहे. जेथे मिश्रणाच्या रंगामुळे दिसण्यात आक्षेपार्ह अशी विषमता निर्माण होत नाही अशा ठिकाणीच फक्त पांढरे मोहोरबंदी मिश्रण वापरण्यात येते (वि. १२५ पहा). जेव्हा मोहोरबंदी मिश्रणाचा उपयोग करण्यात येतो तेव्हा सुरवातीच्या ७ दिवसांच्या जलमुरवण कालावधीनंतर पृष्ठभाग अजून दमट असतानाच मिश्रणाचा त्यावर एक थर देणे हे मुरवणाचे सर्वोत्कृष्ठ संयोजन असते. सर्व उदाहरणात शुष्क वेष्टनित कोनबोल्ट छिद्रांच्या बाबतीतसुद्धा दुरुस्त्यावर काही प्रमाणात जलमुरवण करावे आणि मोहोरबंदी मिश्रण लावण्यापूर्वी त्या पूर्णपणे दमट असाव्यात. कोनबोल्टांच्या छिद्रांच्या शुष्क वेष्टनाचे व त्याच सारख्या दुरुत्यांच्या प्रारंभिक जलमुरवणाकरिता, कोणतीही उत्तम उपाय योजना करता आली नाही तर, पाणी आणि मोठा ब्रश अगर फवारण्याचे साधन घेऊन वरचेवर तेथे जाऊन दुरुस्त केलेल्या पृष्ठभागावर मोहोरबंदी लेप लावण्यापूर्वी २४ तासापर्यंत ते भाग ओले ठेवण्याकरिता भरंवसेदार कामगाराची नेमणूक करावी. जलमुरवण आणि मोहोरबंदी मिश्रणासंबंधी अधिक तपशीलवार चर्चा वि. १२४ व १२५ मध्ये केली आहे.

इपॉक्सीने बद्ध केलेल्या कॉंक्रीटच्या अगर चुन्याच्या दुरुस्त्यांचे मुरवण, ज्या कॉंक्रीट अगर चुन्यात ते बांधकाम केले आहे त्यांच्या मुरवणाकरिता विनिर्देशित केलेल्या पद्धतींच्या सारखेच, साध्य करण्यात यावे. जुन्या इमारतींच्या रिपेऱ्यांचे मुरवण, मुरवण मिश्रणे अगर योग्य होतील अशा अन्य पद्धतींनी साध्य करावे.

इपॉक्सी चुन्याचे मुरवण करावे लागत नाहीं फक्त त्या चुन्याचे तपमान अदमासे २४ तासपर्यंत ६५° ते ८०°F इतके सौम्य राखावे लागते.

कांहीं थोडया आत्यंतिक उदाहरणांत जेथें शक्तीतील आणि टिकाऊपणांतील अंतिम स्थितींची आवश्यकता असते तेथे इपॉक्सी चुना ३ ते ७ दिवसपर्यंत ६५° ते ८०° F इतक्या तपमानात ठेवावा. सामान्यपणे कॉंक्रीटच्या अंतिम शक्तीपेक्षा जास्त शक्ती १२ ते १६ तासात इपॉक्सी चुन्याने प्राप्त करण्यात येतात.

१३९ – अपक्षयाविरुद्ध कॉंक्रीटचे संरक्षण करण्याचे उपचार.

(अ) **सामान्य चर्चा**–१२८ व्या विभागात उल्लेख केल्याप्रमाणे अनुभवाने असे दिसून आले आहे की गोठण होण्याजोग्या हवामानात अपक्षयापासून खराब होण्यास जास्त भेदनीय असे कॉंक्रीटच्या उघडया बांधकामातील अन्य कॉंक्रीट भागापेक्षा मधले काही विशिष्ट भाग असतात. भिंती, स्तंभ, खांब, कठडे व वरवंडयाचे माथ्यावरील २ फूट पृष्ठभाग

सर्व कडा, परित्रे, उंबरे, पुश्तवान, टोप्या, कॉर्निस व कोपरे आणि गोठण हवामानात वारंवार बदलणाऱ्या पातळ्यावर पाणी अगर फवाऱ्यांच्या संपर्कात येणारे पृष्ठभाग, हे ते भाग होत. नंतर वर्णन केलेल्या हवाबंदी उपचारांच्या स्वरूपात निवारक देखभाल करून अशा काँक्रीटच्या टिकाऊपणात बरीच सुधारणा करता येते आणि त्यांची प्रयोज्यकता बऱ्याच प्रमाणात वाढविता येते. ओरेगॉन संस्थानच्या राजमार्ग विभागाने वापरलेल्या उपचारांतून हा उपचार स्वीकृत करण्यात आला आहे.

अलिकडे केलेल्या चांचण्यात सिलिकॉन मुरवण संमिश्रणे, इपॉक्सी, जवसाचे तेल व टर्पेंटाइनचे मिश्रण यांचा लेपद्रव्ये म्हणून केलेल्या वापराचे, गोठण आणि वितळण यांच्या परिणामावर होणाऱ्या काँक्रीटच्या प्रतिरोधाच्या संबंधात मूल्यमापन केले होते. चांचणी केलेल्या द्रव्यांपैकी सतत उघड्या पडणाऱ्या परिस्थितीत इपॉक्सी लेप हा सर्वात जास्त परिणामकारक असल्याचे दिसून आले. जरी तो प्रथमतः महाग असला तरी खाली वर्णन केलेल्या जवस तेल – टर्पेंटाइन रंगाप्रमाणे इपॉक्सी पुनः पुनः लावावा लागत नाही. जर इपॉक्सी द्रव्याचा वापर सूचित केला असेल तर त्याचे मिश्रण करणे, तो लावणे, त्याचे मुरवण करणे यांच्या पद्धती आणि ते लावताना घेण्याच्या काळजीच्या संबंधी प्रकल्पाने डेन्व्हर कार्यालयाशी संपर्क साधावा.

खराब झालेल्या काँक्रीटच्या हाताने लावलेल्या चुन्याच्या पुनस्थापनाखेरीज (चि.१३५ पहा) काँक्रीटच्या नवीन सरचनेवर हवाबंदी उपचार सामान्यपणे करण्यात येत नाही. झिजण्याच्या प्रभाव्यतेचा लवकरात लवकर दृश्य पुरावा दिसताक्षणी म्हणजेच जेथे उपचार केल्याने खराबी रोखता येणार नाही इतक्या टप्प्यापर्यंत ती वाढविण्यापूर्वीच जुन्या पृष्ठभागावर हा उपचार अत्यंत किफायतशीरपणे करण्यात येतो असा पूर्व पुरावा प्रामुख्याने कडांच्या आणि कोपऱ्यांच्या निकट अगर समांतर असणाऱ्या सूक्ष्म पृष्ठभागीय चिरांच्या स्वरूपात मिळतो. कधीकधी संरक्षणाची आवश्यकता नमुनेदार चिरांनी सूचित होते. खराबी होण्याच्या प्रथमावस्थेत ह्या भेदनीय पृष्ठभागांवर उपचार करून नंतरच्या दुरुस्त्या टाळाव्यात अगर किमान त्या बऱ्याच कालपर्यंत तरी पुढे ढकलाव्यात.

(आ) पृष्ठभागाची पूर्वतयारी.

मुरवण कालावधी संपल्यावर जलरोधक उपचार करण्यापूर्वी दुरुस्तभाग १ अगर २ आठवडे कोरडा होऊ द्यावा. नवीन चुना आणि काँक्रीटच्या ठिगळांवर जलरोधी उपचारात वापरण्यात आलेल्या जवस तेलाचे जलविच्छेदन होऊ नये म्हणून उदासीनीकारक रंग द्यावा. ०·२५ पौंड फॉस्फॉरिक अम्ल आणि ०·१७ पौंड झिंक क्लोराइड यांचे एक गॅलन पाण्यात द्रावण करून ते पृष्ठभागावर ब्रशाने लावावे आणि ४८ तासापर्यंत सुके होऊ द्यावे. जुन्या काँक्रीटवर हे लावण्याची जरूरी नसते. उदासीनीकरण रंग लावल्यावर तो खळबळून धुवून टाकण्याची अगर ब्रश करण्याची जरूरी नसते. जलरोधक लेप लावण्यापूर्वी

दुरुस्त भाग स्वच्छ आणि कोरडा असला पाहिजे. धूळ आणि सुटे द्रव्य ब्रशाने काढून टाकावे. डायड्रॉक्लोरिक अम्लाच्या १० टक्के द्रावणाने घासून प्रस्फुटन नाहीसे करावे.

(इ) पृष्ठभागावरील उपचार.

पृष्ठभाग स्वच्छ आणि कोरडा केल्यानंतर जवस तेलाचे २ हात देण्यात देण्यात येतात. ५० टक्के कच्चे जवस-तेल व ५० टक्के टर्पेंटाइन यांच्या १७५ अंश F पर्यंत तापवून तयार केलेल्या मिश्रणाचा पहिला हात दिला जातो आणि तो रंगाच्या साध्या ब्रशाने लावण्यात येतो. जर हवामानाचे तपमान ६५° F पेक्षा जास्त असले तर जास्त चांगले परिणाम प्राप्त होतात. ह्या कारणाकरिता हे काम गरम हवेत करावे. २४ तासांपर्यंत पहिला लेप बसल्यावर ज्या ठिकाणी काँक्रीट उरलेल्या पृष्ठभागापेक्षा जास्त सच्छिद्र असते तेथे डाग दिसू लागतील. अशा क्षेत्रावरील त्या त्या जागी गरम मिश्रण लावावे आणि दुसरा हात देण्यापूर्वी २४ तास ते मिश्रण पक्व होऊ द्यावे. १७५° F अंशापर्यंत गरम केलेल्या पण पातळ न केलेल्या कच्च्या जवस तेलाचा दुसरा हात दिला जातो आणि पहिल्या हाताप्रमाणेच तो देण्यात येतो.

दुसरा जलरोधक थर संपूर्णपणे कोरडा झाल्यानंतर उपचार केलेल्या संपूर्ण पृष्ठभागावर कोणत्याही मानक बहिःसफेता (व्हाइटलेड) आणि तेलरंगाचे दोन थर द्यावेत. एक गॅलन रंगात २ क्वार्ट टर्पेंटाइन आणि २ क्वार्ट उकळलेले जवस तेल घालून पातळ केलेल्या रंगाचा पहिला थर द्यावा म्हणजे पापुद्रे निघण्याची शक्यता असलेला जाड रंग निर्माण होणार नाही; परंतु तो समरूप आणि एकसारखा ब्रशाने पसरता येईल इतका जाड असेल. पातळ अगर तनुकरण न करता त्याला वेष्टनक (पॅकेज) सघनता आली आहे असा अंतिम थर द्यावा. ह्या रंजित रंगाच्या संरक्षणाखेरीज तेलाचा उपचार शीघ्रतया खराब होतो आणि त्याच्या संभाव्य मूल्यात बरीच गंभीर घट होते. हवे असेल तर काजळी आणि कच्चे पिवळे रंजक द्रव्य तेलात घोटून ते रंगाच्या थरात घालून काँक्रीटसारखा रंग प्राप्त करता येतो. TT–P–१०२ बाह्य रंग व तेल ह्यांचा राज्य–विनिर्देशासी जुळेल अशा रीतीने मानक सफेता बनविण्यात यावा.

दुरुस्त केला जात असलेल्या पृष्ठभागावर जर उघड्या चिरा असल्या तर गरम तेलाचा दुसरा थर लावण्यापूर्वी त्या चिरा भरून घेऊन अधिक परिणामकारक जलरोधन प्राप्त करावे. इष्ट प्रवेश्यता मिळेल इतका मानक खनिज गंध काष्ट-पूरक (वुडफिलर) ह्या कामाकरिता वापरावा.

१४० – काँक्रीटच्या सायफनमधील आडव्या चिरांच्या दुरुस्तीची क्रियापद्धति –

काँक्रीटचे सायफन, नळ आणि नलिकासमूह यांस, पाण्याच्या तपमानात घट झाल्यामुळे अगर संरचना वापरात नसताना ते सुकल्यामुळे, आलेल्या संकुचनाचा परिणाम म्हणून

कधीकधी आडव्या चिरा दिसून येतात. कॉंक्रीटमधील ताण अगर संचलन हे या चिरांचे कारण असल्याने नंतर घडणाऱ्या काही परिस्थितीत जेव्हा चिरा आणखी रुंदावतात तेव्हा तशी तातर दुरुस्ती असफल होते हे ठरलेलेच असते. शिशाचे तंतू, पोर्टलंड सिमेंटचा गारा अगर चुना वापरून केलेल्या दुरुस्तीसारख्या अशा तातर दुरुस्त्यांच्या कार्यवाहीचा इतिहास अगदी असमाधानकारक आहे आणि ह्या कारणाकरिता अशा प्रकारच्या दुरुस्त्यांची शिफारस केली जात नाही. त्याच कारणाकरिता विशिष्ठ प्रकारची रूमामस्तकी आणि कॉंकिंगची द्रव्ये आतल्या बाजूने वापरून केलेल्या लवचिक दुरुस्या जर योग्यप्रकारे केल्या तर चांगल्या यशस्वी होण्याच्या शक्यतेची नोंद आहे. ह्यात वर्णन केलेली पद्धत आणि द्रव्य ही क्रियापद्धतीची सुधारणा असून तिचे कोणतेही स्वामित्व घेतलेले नाही. कोलोरॅडो नदीवरील जलसेतूच्या सायफनच्या कॉंक्रीटमध्ये १९४६ पासून ही सुधारित क्रियापद्धति उत्तम फलदायी काम देत आहे.

आ. १७४ च्या संबंधात दुरुस्तीची पद्धत पुढीलप्रमाणे असते.

(१) आ. १६७ मध्ये दाखविलेला करवती दात्याचा बिट वापरा, चिरेवर झुकावाची असलेली अरुंद धारदार अशी सुमारे १½ इंच रुंद आणि २¼ ते २½ इंच खोल खांच काढा आणि वि. १३१ मध्ये वर्णन केल्याप्रमाणे ती पूर्णपणे स्वच्छ करा. चिरेवर खांच पडत आहे याची खात्री असावी म्हणून ती वरचेवर स्वच्छ करा.

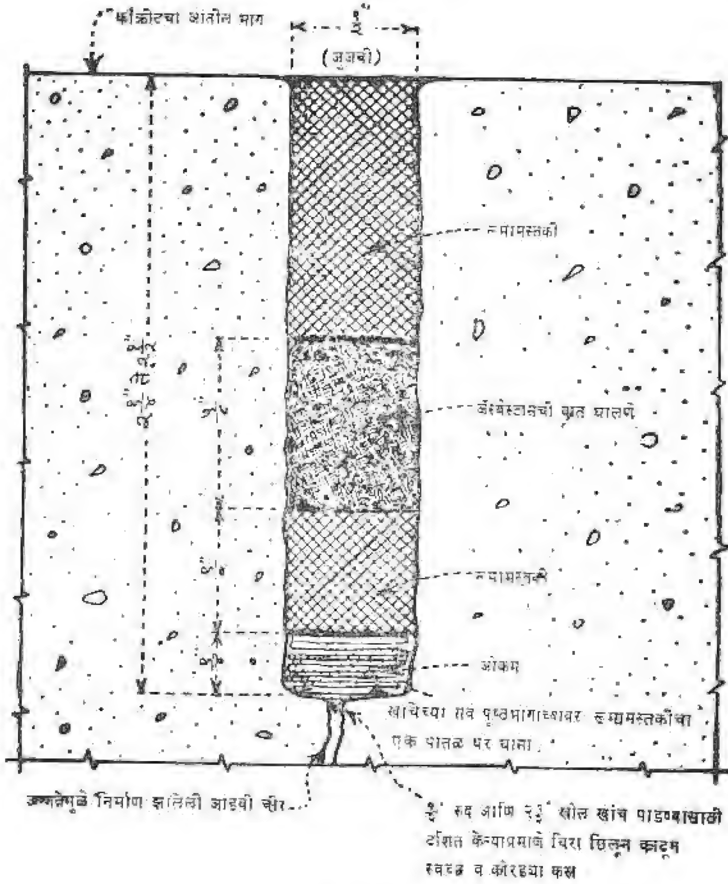
(२) स्वच्छ केल्यानंतर जेव्हा भरणीच्या उपचाराची सुरवात होते तेव्हा खांच दमट असावी पण ओली असू नये. नळाच्या बाहेरून जर पाणी आत झिरपत असेल तर लवचिक दुरुस्तीस सुरवात करण्यापूर्वी कमीत कमी शिशाच्या तंतूचे कॉंकिंग करून पाझरण बंद करावी. सायफनच्या बाहेरच्या बाजूस खुदाई करण्याची आणि दुरुस्ती होईपर्यंत पंपाने पाणी खाली करण्याची जरूरी लागण्याचा संभव असतो.

(३) खांचीच्या आतल्या पृष्ठभागांच्या आत घट्ट होणाऱ्या प्रकारच्या रूमामस्तकी द्रव्याचा पातळ थर घालून तो घासावा. नंतर खांचीच्या तळात ¾ इंच खोलीपर्यंत ओकम (तागाचे धागे) ठोकून बसवावा.

(४) ओकमच्या माथ्यावर ½ इंच रूमामस्तकी द्रव्य भरावे.

(५) घट्ट पिळलेली ॲसबॅसटॉसच्या दोराची ½ इंच वात खांचेत घालावी आणि हाताने अगर वायवीय पद्धतीने चालवावयाच्या हत्यारानी ती गच्च बसवावी.

(६) आत घट्ट होणाऱ्या प्रकाराच्या रूमामस्तकीने खांचीचा उररेला भाग भरावा आणि कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागाच्या सपाट साफ करावा.



आ. १७४

कॉंक्रीटच्या सायफनांच्यामधील आडव्या चिरांची दुरुस्ती करण्याकरिता वापरावयाची कॉंकिंगची पद्धत. 288–D–1550

आत घट्ट होणाऱ्या प्रकाराचे रूमामस्तकी द्रव्य स्वामित्व नसलेले द्रव्य असते आणि ब्यूरोच्या " कॉंक्रीटमधील मोहोरबंदी जोडाकरिता वापरावयाच्या थंड असताना लावावयाच्या अशा रूमामस्तकी पूरकाच्या विनिर्देशांशी " ते जुळणारे असते.

१४१ – पूर्वनिर्मित कॉंक्रीटच्या नळाच्या दुरुस्तीची क्रियापद्धति –

(अ) **सामान्य चर्चा** –पूर्वनिर्मित कॉंक्रीटच्या नळाची दुरुस्ती जरी संरचन कॉंक्रीटच्या दुरुस्तीपासून मूलतः भिन्न नसली तरी अशा कामाच्या तपशीलवार क्रियापद्धतींच्या संदर्भात

सोयीस्कर व्हावे म्हणून स्वतंत्रपणे तिची चर्चा केली आहे. बारकाईने जर त्यांचे अनुकरण केले तर ह्या पद्धतींच्यामुळे दुरुस्त्या भक्कम होतील आणि ह्या पद्धतींना अनुसरून नळाची जर दुरुस्ती केली नाही तर त्या नळाचा स्वीकार करू नये.

तयार करण्याची क्रिया होत असताना ज्या उणीवा दुरुस्त करता येण्यासारख्या असतील त्यांचा लवकरात लवकर शोध घ्यावा, त्यांचे कारण शोधून काढावे आणि दुरुस्ती करावी. ज्या उणीवांचा निरास झालेला नाही त्यांची लागलीच दुरुस्ती करावी आणि ह्या विभागाच्या (ए) या उप-विभागात वर्णन केल्याप्रमाणे योग्यप्रकारे बाष्प अगर जल-मुरवण करावे. पूर्वनिर्मित काँक्रीटच्या नळातील अनवधानामुळे अगर प्रसंगवशात् निर्माण झालेल्या उणीवा अगर खराबीच्या सारख्या उणीवा अगर खराबी सामान्य कामकाजात निर्माण होतात. त्यातील बऱ्याचशांची रिपेरी करता येते आणि नळाचा स्वीकार करता येतो परंतु उणीवा अगर खराबीचे कारण नाहीसे करण्याकरिता ज्ञात असलेले सुधारक उपाय करण्यात सतत अपयश आल्यामुळे जेव्हा उणीवा अगर खराबी निर्माण होतात तेव्हा अशांच्या दुरुस्तीस परवानगी देऊ नये. ज्या उणीवांची आणी खराबींची समान्यपणे दुरुस्ती करता येते त्या खाली दिल्या आहेत.

(१) अश्म कप्पे.
(२) कोणत्याही आकाराच्या नळाच्या बाहेरच्या बाजूने उघडे पडलेले पोलाद आणि ३६ इंची अगर त्यापेक्षा जास्त व्यासाच्या नळाच्या आतल्या बाजू-वरील उघडे पोलाद.
(३) फर्म्याच्या जोडातून गळती झाल्यामुळे उत्पन्न झालेला खरबरीतपणा.
(४) परिघीय प्रबलीकरण शिगा असलेल्या फुटलेल्या घंटा.
(५) नरतुंडांच्या खेरीज करून ४५ अंशापेक्षा कमी असलेल्या परिघावर संघटना-मुळे झालेली खराबी.
(६) कवचाच्या आरपार झालेले विभंजन अगर पडलेल्या चिरा.
(७) दुरुस्ती केल्यानंतर प्रबलीकरण शिगा उघड्या पडतील इतकी गोलाई ज्याची बिघडलेली नाही अशा बेगोल झालेल्या घंटा.
(८) रबरी गॅस्केटना आधार देण्याकरिता ठेवलेले पापुद्रे निघालेले नरतुंडाचे स्कंध.
(९) घंटा आणि नरतुंडांच्या गॅस्केट बेअरिंगच्या पृष्ठभागावरील वातछिद्रे आणि खरबरीतपणा.

सामान्यपणे दुरुस्ती करता न येणाऱ्या उणीवा आणि खराबी खाली दिल्या आहेत.

(१) ज्यांची गोलाई बिघडली आहे अगर दुरुस्ती झाल्यानंतर प्रबलीकरण शिगा बाहेर पडतील इतकी मध्यापासून विचलित झालेली नरतुंडे अगर घंटा.

(२) फर्म्यात कॉंक्रीट प्रमाणाबाहेर घातल्यामुळे अगर कमी घातल्यामुळे ज्याचा व्यास मर्यादांच्या बाहेर गेलेला आहे असा फिरवून तयार केलेला नळ

(३) सुके असताना टोकणी केलेल्या नळाची सच्छिद्र, दृढीकरण न केलेली, नरतुंडे.

(४) ३६ इंचापेक्षा कमी व्यासाच्या नळाच्या आतील उघडे पोलाद.

जेव्हा नळांच्या परिघातील ४५ अंश कोनापेक्षा जास्त भागाची खराबी झालेली असते तेव्हा सघट्टनामुळे खराब झालेल्या अशा नळाच्या दुरुस्त्यांस परवानगी देऊ नये. तसेच जर फूट संपूर्ण कवचातून झाली असेल आणि ती गॅस्केट बेअरिंगच्या क्षेत्राच्या आत आणि पलिकडे गेली असेल व गॅस्केटच्या खालच्या परिघाभोवती ४ इंचापेक्षा जास्त पसरली असेल तर अशा गॅस्केट घातलेल्या नरतुंडांच्या दुरुस्तीस परवानगी देऊ नये. अपूर्ण असलेला अगर एका टोकापाशी दुरुस्ती करता येणार नाही इतकी खराबी झालेला नळ अनेक वेळा कापून काढून त्याचे चांगले टोक संरचनांच्या जोडणीकरिता वापरता येते. पूर्वप्रतिबलित नळाच्या दुरुस्त्या, घंटेतील अगर नरतुंडातील उणीवांच्या अगर ज्यात संरचनीय पर्याप्तपणाचा अंतर्भाव नसतो अशा अन्य उणीवांच्या दुरुस्त्या पुरत्याच मर्यादित ठेवाव्यात.

(आ) दुरुस्तीच्या पद्धती.

पूर्वनिर्मित नळातील उणीवांची अगर त्याच्या खराबींची दुरुस्ती, हाताने चुना लावून अगर वायुवीय पद्धतीने चुना अगर कॉंक्रीट लावून करावी. हे उणीवांची तीव्रता आणि स्थान यांवर अवलंबून असते. इपॉक्सी बंधनी द्रव्ये कॉंक्रीटच्या दुरुस्त्या बद्ध करण्याकरिता अगर उथळ उणीवांच्या दुरुस्तीचे इपॉक्सी चुने तयार करण्याकरिता वापरावीत. पिसा-सारखी कड असलेली ढिगळे समाधानकारकपणे तयार करता येत असल्यामुळे आणि कॉंक्रीटमध्ये पुरेशी श्रवती येण्याकरिता सामान्यपणे लागणाऱ्या मुरवणापेक्षा ते जास्त लांबवण्याची गरज पडत नसल्यामुळे [दुरुस्तीच्या मुरवणासंबंधीचा उप-विभाग (ए : पहा] इपॉक्सी बंधनी दुरुस्त्या कधीकधी फायदेशीर असतात. कुठल्याही नळाच्या दुरुस्तीकरिता पूर्वतयारी सुरू करण्यापूर्वी, अति किरकोळ दुरुस्त्या सोडून, सरकारी निरीक्षकाकडून दुरुस्तीच्या पद्धतीस अनुमती घेण्यात यावी.

नळाच्या बाहेरच्या बाजूवरील वरवरच्या दुरुस्त्या करण्याकरिता अगर वायुवीय पद्धतीने चुना लावणे शक्य होणार नाही इतक्या लहान नळाच्या (सामान्यपणे ३६ इंचापेक्षा कमी व्यासाचा नळ) आतील किरकोळ दुरुस्त्यांच्याकरिता हाताने पसरायचा चुना वापरावा. कोणत्याही आकाराच्या नळाच्या बाहेरील उघड्या पडलेल्या प्रबलीकरण शिगा झाकून जातील अशा तऱ्हेने आणि ३६ इंच अगर जास्त व्यासाच्या नळातील आतल्या बाजूवरच्या प्रमाणे अन्य सर्व उथळ पृष्ठभागावरील उणीवांची दुरुस्ती करण्याकरिता आणि रबरी जॅकेटांना आधार देण्यासाठी नरतुंडांच्यावर खवले पडलेले स्कंद बनविण्याकरिता वायुवीय पद्धतीने लावण्याच्या चुन्याचा वापर करावा. जेथे दुरुस्तीच्या क्षेत्रातील $\frac{1}{2}$ चौ.

फुटापेक्षा जास्त क्षेत्र प्रबलीकरण शिगांच्या पाठीमागे असते तेथे वायुवीय पद्धतीने लावण्याचा चुना वापरू नये. प्रबलीकरण पोलादाच्या पाठीमागील क्षेत्र $\frac{1}{2}$ चौ. फुटापेक्षा जास्त असते अशा क्षेत्रासकट सर्व अन्य उणीवांच्या दुरुस्तीकरिता पूर्व–संकुचित कॉंक्रीटचा वापर करवा.

(इ) – उणीवांच्या दुरुस्तीची पूर्वतयारी.

कोणत्याही प्रकारचे पुनःस्थापन करण्यापूर्वी डोळ्यांनी दिसण्याजोगे सर्व कमकुवत व अपूर्ण कॉंक्रीट काढून टाकावे. पुनः स्थापनाकरिता जेथे वायुवीय पद्धतीने लावण्याचा चुना वापरावयाचा असतो तेथे उसळी धारित करणार नाहीत अशा तिरक्या कडांच्या कोणत्याही आकारातले कमकुवत द्रव्य काढून टाकावे. जेथे पुनःस्थापनेत हातांनी लावावयाचा चुना वापरावयाचा असतो तेथे दुरुस्ती अवश्य असणारे क्षेत्र $\frac{3}{4}$ इंचापेक्षा कमी खोल नाही असे छिलून काढावे; त्या क्षेत्राच्या कडा धारदार आणि पृष्ठभागाच्या ठीक समोर असाव्या आणि त्या ठिकाणी पिसासारख्या कडा राहू देऊ नयेत. पुनःस्थापनाकरिता जेव्हा कॉंक्रीट वापरावयाचे असेल तेव्हा प्रबलीकरण पोलादाच्या पहिल्या थराच्या पाठीमागील जुने कॉंक्रीट किमान १ इंच खोलीपर्यंत, जरी त्यामुळे चांगले कॉंक्रीट निघून जात असले तरी, काढून टाकावे. कडा धारदार आणि पृष्ठभागाच्या ठीक समोर असाव्या आणि त्या ठिकाणी पिसासारख्या कडा राहू देऊ नयेत. पकडींची जरूरी नसते.

छिलण्याचे काम पुरे होताक्षणीच आणि निवडक रिपेरीच्या पद्धतीस उपयुक्त असा क्षेत्राचा आकार होताच, जुन्या कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागावर, सर्व सुटे द्रव्य आणि अश्मपिष्ठ काढून टाकण्याकरिता, रंगाचा एक प्राथमिक हात द्यावा. दुरुस्तीचे प्रतिस्थापन करण्यापूर्वी काटछाट केलेल्या छिद्रामधील पृष्ठभाग अनेक तासांपर्यंत, विशेषतः रात्रभर, ओले ठेवावेत. आ. १६८, १६९ आणि १७० मध्ये दाखविल्याप्रमाणे ओल्या गोणपाटाचे अनेक थर छिद्रात गच्च बसवून अगर क्षेत्रावर त्यांचे आच्छादन करून हे उत्तम प्रकारे करता येते. नवीन द्रव्य पसरावयाच्या लागलीच आधी काटछाट केलेल्या छिद्रांचे अगर क्षेत्राचे भरून घ्यावयाचे सर्व पृष्ठभाग ओल्या वालुका–विक्षेपणाने पूर्णपणे स्वच्छ करावेत आणि त्यानंतर सर्व विजातीय द्रव्य, सुका झालेला गारा, काटछाट करत असताना तासण्यांनी अगर अन्य हत्यारांनी चिरडलेले अगर संनिहित झालेले अन्य द्रव्य वायुजल झोताने धुवून काढावे. ओल्या वालुका–क्षेपणात वापरण्यात येणारी काही उपकरणे, वायुवीय पद्धतीने लावावयाचा चुना पसरण्याकरिता परिणामकारक असतात. वायुचूषण बंदुकीसारख्या आ. ११७ त दाखविलेल्या अन्य साधनांनी जर मान्य फलप्राप्ती होत असेल तर ती साधने वापरण्यास हरकत नाही. ज्या पृष्ठभागाशी प्रतिस्थापन बद्ध व्हावयाचे तो पृष्ठभाग, जेव्हा नवीन द्रव्य पसरण्यात येते तेव्हा, दमट असावा परंतु ओला नसावा. दुरुस्ती करण्यापूर्वी तयार केलेल्या पृष्ठभागाची तपासणी करावी.

पूर्वनिर्मित काँक्रीटच्या गॅस्केट बेअरिंगच्या क्षेत्रातील व्यक्तिगत वायु–छिद्रे, हातांनी पसरावयाच्या घट्ट, पूर्वसंकुचित सिमेंट व वाळूचे १ स १ प्रमाण असलेल्या चुन्याने, भरून घ्यावीत व त्यावेळी तो पूर्णपणे स्वच्छ धुवून घेण्याखेरीज कोणतीही अन्य पूर्वतयारी करू नये. अशी भराई ओल्या गोणपाटानी किमान ४८ तास ओलसर ठेवावी.

(ई) हाताने टाकलेल्या चुन्याचे प्रतिस्थापन

हातानी लावावयाच्या चुन्याच्या पसरणीकरिता दुरुस्तीचे क्षेत्र वरच्या बाजूस राहील आणि नवीन द्रव्य नळाच्या काँक्रीटवर राहील अशा तऱ्हेने नळ फिरवून घ्यावा. प्रति–स्थापनाकरिता वापरलेल्या चुन्यातील प्रमाणे आणि वायुधारण, ज्या मिश्रणाचा नळ तयार केला आहे त्या मिश्रणातल्याप्रमाणेच, असावीत. सिमेंटमुळे शक्य होईल असे रिपेरीच्या चुन्याचे सुघट्ट्य संघनता येईल असे मिश्रण, जितके जास्त कालपर्यंत करता येईल तितका काल, आगाऊ तयार करून तो चुना पूर्वसंकुचित करावा. सिमेंट आणि हवामानावर अवलंबून राहून पूर्वसंकुचनाचा काल १ ते २ तासांच्या मर्यादेत असावा. चाचणी मिश्रणे तयार करावीत आणि चुना पुन्हा कार्यान्वित केल्यानंतर तो लावण्याकरिता जास्तीत जास्त किती कालपर्यंत तो पुरेसा सुघट्ट्य राहील हे निश्चित करण्याकरिता पक्व होऊ द्यावा. चुना शक्य तितका घट्ट असावा पण त्याचवेळी चांगली कारागिरी करता येईल असा असावा. हा तुलनेने घट्ट पूर्वसंकुचित चुना सामान्य गिलाव्यासारखा सहज लावता यावा हा उद्देश नसतो आणि तशी अपेक्षाही नसते.

चुना लावण्याच्या लागलीच आधी ज्या दमट पृष्ठभागाशी तो बद्ध करावयाचा आहे तो पृष्ठभाग तारेचा ब्रश वापरून थोड्याशा चुन्याने संपूर्णपणे घासून काढावा. चुना लावण्याच्या लगेच आधी उरलेले सुटे वाळूचे कण झाडून टाकावे. कडांच्या भोवतालची भराई गच्च बसावी म्हणून पृष्ठभागाच्या आत चुना काळजीपूर्वक संदाबित करावा आणि नळाच्या खराब न झालेल्या पृष्ठभागाशी जुळेल असा त्याला आकार द्यावा आणि सफाईदार करावा

(उ) वायवीय पद्धतीने लावावयाच्या चुन्याचे प्रतिस्थापन

वायवीय पद्धतीने चुना लावण्याकरिता दुरुस्ती करावयाचे क्षेत्र जवळ जवळ उदग्र राहील अशा तऱ्हेने नळ फिरवावा म्हणजे उसळीचे मुक्त पतन होईल आणि प्रतिस्थापनात समावेश होणार नाही. जेव्हा नळाच्या बाहेरच्या पृष्ठभागावरील उघडे पडलेले पोलाद झाकून टाकण्याकरिता वायवीय पद्धतीने लावावयाच्या चुन्याचा वापर करण्यात येतो तेव्हा लेपाची जाडी किमान $\frac{3}{4}$ इंच असावी. अशाच तऱ्हेचा आतल्या पृष्ठभागावरील लेप $\frac{1}{2}$ ते $\frac{3}{4}$ इंच जाडीचा असावा. उघड्या पडलेल्या पोलादाच्या सीमांच्या बाहेर प्रत्येक दिशेने चुन्याचा लेप एक फूट लांबवावा.

नळाच्या बाहेरच्या पृष्ठभागावरील वायवीय पद्धतीने लावलेल्या चुन्याची सफाई, पांढऱ्या रंगाच्या मोहोरबंदी मिश्रणाच्या चांगल्या थराला अडथळा येणारी उसळी झाडून टाकण्या-

करिताच, असावी, अन्य प्रकारची नसावी. नळाच्या आतील भागांची, घंटा आणि नरतुंडाची वायवीय पद्धतीने लावलेल्या चुन्याने रिपेरी केल्यानंतर पृष्ठभागासारखा आकार येईल अशी काटछाट करावी व त्यावेळी बंध खराब न होईल अशी काळजी घ्यावी. आतल्या पृष्ठभागाची सफाई ओले केलेले गोटपाट फक्त हलक्या हाताने घासून करावी, घंटा आणि नरतुंडाचे पृष्ठभाग जोडाच्या गरजा पुऱ्या होतील अशा तऱ्हेने हत्यारानी साफसूफ करावे.

उपचार करावयाच्या लहान क्षेत्रांना साजेसे लहान आकाराचे मानक बाजारी उपकरण अनेक निर्मात्यांच्याकडे उपलब्ध आहे. तसेच ११७ व्या आकृतीत दाखविलेले उपकरण अशा कामाकरिता उपयुक्त असते.

(ऊ) काँक्रीटचे प्रतिस्थापन

काँक्रीटने करावयाच्या प्रतिस्थापनाच्या दुरुत्याकरिता ज्या क्षेत्रावर काँक्रीट टाकावयाचे आहे ते नळाच्या माथ्यावर येईल अगर आतल्या रिपेरीकरिता त्याच्या तळाशी येईल अशा तऱ्हेने तो नळ फिरवून घ्यावा. नळाच्या कवचातून पूर्णपणे आरपार गेलेल्या छिद्रांची रिपेरी करताना नळ वरील दुसऱ्या स्थितीत व त्यावेळी बाहेरच्या फर्म्याच्या विभागात राहील असा ठेवावा. नळ उभा करून आणि रिपेरी क्षेत्र त्याच्यावरच्या टोकापाशी राहील असे ठेवून घंटा आणि नरतुंडाच्या काँक्रीटच्या प्रतिस्थापन–रिपेरीचे काम करावे.

प्रतिस्थापनाकरिता वापरण्यात येणाऱ्या काँक्रीटची प्रमाणे मूळ काँक्रीटमधल्या प्रमाणांच्या-सारखीच असावीत, त्यात वाळू आणि कंकराचा आकार आणि राशी, सिमेंट व वायुधारक द्रव्यांच्या राशींचा अंतर्भाव असतो. मिसळलेल्या काँक्रीटचा अवपात २ व ३ इंचांच्या दरम्यान असावा परंतु अवपात शून्यापर्यंत खाली येईतो काँक्रीट टाकू नये. स्पंदनाला अजून प्रतिसाद देईल आणि चालू स्पंदक आपल्या स्वतःच्या वजनाने काँक्रीटमध्ये बुडेल इतक्या कालावधीपर्यंत पूर्वसंकुचित काँक्रीटचा काल लांबवावा. अशा तऱ्हेच्या पूर्वसंकुचित घट्ट काँक्रीटला जवळजवळ कांही अडचण न येता उघड्या अरचित आडव्या क्षेत्रावर भरपूर स्पंदन करून आकार देता येतो आणि सामान्य काँक्रीटच्या मानाने ते बऱ्याच कमी प्रमाणात संकुचनक्षम असते.

पूर्वसंकुचित काँक्रीट टाकण्याच्या लगेच आधी ज्याच्याशी नवीन काँक्रीट बद्ध करावयाचे आहे तो जुन्या काँक्रीटचा पूर्वी ओला केलेला स्वच्छ पृष्ठभाग संपूर्णपणे पृष्ठशुष्क करावा आणि नंतर त्यावर काँक्रीटच्या मिश्रणासारख्या असणाऱ्या सुघट्ट्य चुन्याचा एक पातळ थर द्यावा. वायुबंदुकीपैकी एकीने क्षेपण करून अगर ब्रशाने अगर रबरी मोजे घालून हाताने घासून जुन्या काँक्रीटच्या पृष्ठभागात चुना संपूर्णपणे घुसवावा. नंतर पूर्वसंकुचित रिपेरी काँक्रीट, बंधनी चुना अजून ताजा आणि मऊ असेपर्यंत दुरुस्तीच्या क्षेत्रात पूर्णपणे संदाबित करावे.

(ए) दुरुस्त्यांचे मुरवण

नवीन काँक्रीट अगर पोर्टलंड सिमेंटच्या चुन्याच्या दुरुस्त्यांच्यावर, क्षेत्रावर गोणपाट टाकल्यामुळे त्याची खराबी होत नाही असे दिसताच लगेच, चारपदरी ओल्या गोणपाटाचे

आच्छादन टाकावे. ओले गोणपाट १७० व्या आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे फळ्यांनी अगर फर्म्यांनी जागेवर घट्ट बसवावे.

नळ तयार करताना अंमलात आणलेल्या मुरवण पद्धतीच्या सारख्याच पद्धती वापरून काँक्रीटच्या नळाच्या दुरुस्त्यांचे मुरवण करावे. नळ तयार करतानाच दुरुस्त्या लवकर केल्या तर बाष्प मुरवण ही पुष्कळवेळा एक कार्यक्षम आणि उपयुक्त पद्धत ठरते. बाष्प-मुरवणाच्या सुविधापासून दूर अंतरावर दुरुस्त्या कराव्या लागतील इतक्या जर त्या लांबल्या तर जल मुरवण करणेसुद्धा स्वीकार्य असते.

जेथे काँक्रीटच्या ठिगळाची बंधन-शक्ति क्रांतिक असते अशा ठिकाणच्या दुरुस्त्यांचे, दुरुस्त केलेला पृष्ठभाग ओल्या गोणपाटाच्या निकट संपर्क ठेवून, २८ तासांपर्यंत सतत आर्द्र मुरवण करावे. ठिगळाच्या बंधन-शक्तीवर ज्याची सेवाशीलता अवलंबून नसते अशा अन्य दुरुस्त्यांचे २४ तास आर्द्र मुरवण करावे आणि नंतर त्या पृष्ठभागावर पांढऱ्या रंगाच्या मान्य केलेल्या मोहोरबंदी मिश्रणाच्या पटल-लेपाचा एक थर द्यावा. जर दुरुस्तीचा पृष्ठभाग गोणपाट काढून घेतल्यानंतर आर्द्र राहिला नसेल तर मोहोरबंदी मिश्रण लावण्याच्या आधी त्याचे आणखी २४ तास आर्द्र मुरवण करावे

जेव्हा उच्च बंधन-शक्ती अनिवार्य असते आणि २८ दिवसाच्या आर्द्र मुरवणाची खात्री येत नाही तेव्हा इपॉक्सी चुना अगर इपॉक्सीबद्ध काँक्रीटच्या दुरुस्त्यांचा वापर करावा. ही दुरुस्ती संरचना काँक्रीटच्या इपॉक्सी रिपेरीकरिता शिफारस केलेल्या पद्धतीसारख्याच [पहा वि. १३० (इ)] पद्धतीने करावी.

(ऐ) दुरुस्त केलेल्या नळाची तपासणी

कवचाच्या जाडीतून जाणाऱ्या दुरुस्त्या, अगर घंटांच्या मोठाल्या दुरुस्त्या सारख्या महत्वाच्या दुरुस्त्या ज्यावर केल्या आहेत अशा प्रत्येक नळाची दुरुस्ती कार्यक्षम झालेली आहे अशी खात्री राहण्याकरिता सेवाशीर्षाजवळ चाचणी घ्यावी. दुरुस्त्या मक्कम नसल्यामुळे नळाच्या कार्यशीलतेस बाधा येणे शक्य आहे. नळांची अशा विशिष्ठ लहान दुरुस्त्यांच्या सुरक्षिततेची खात्री असावी म्हणून मधूनमधून चाचणी करावी. चिराळलेल्या पण तुकडे न झालेल्या नळांच्या प्रातिनिधिक संचांची चाचणी करावी आणि ५० फूट जलशीर्ष असताना जर घामासारख्या गळतीखेरीज अन्य गळती होत नसेल तर ५० फुटांपेक्षा कमी शीर्षाकरिता त्या नळाचा स्वीकार करण्यास हरकत नाही. विनिर्दिष्ट जल मुरवणानंतर दुरुस्त्या किमान १ महिन्या इतक्या जुन्या झाल्यानंतर नळाची चाचणी करण्याच्या आधी बंधाची पर्याप्तता निर्धारित करण्याकरिता त्याची तपासणी करावी.

□ □

प्रकरण ८ वे

कॉंक्रीट आणि चुन्याचे विशिष्ठ प्रकार

अ – हलक्या वजनाचे कॉंक्रीट

१४२ – व्याख्या आणि वापर

ह्या देशात हलक्या वजनाचे कॉंक्रीट ५० वर्षांपेक्षा जास्त काल वापरण्यात आले आहे. त्याची शक्ती ढोबळपणे त्याच्या वजनाच्या प्रमाणात असते आणि त्याचा झिजण्याशी प्रतिरोध सामान्य कॉंक्रीटच्या प्रमाणेच जवळजवळ असतो. कंकर आणि वाळूच्या सामान्य कॉंक्रीटशी तुलना केली असता ह्यात काही फायदे आणि काही तोटे आहेत. फायद्यात वजन कमी असल्यामुळे संरचन पोलादी आधारातील बचती आणि पायाच्या आकारातील घट आणि जास्त चांगली अग्नि प्रतिरोधकता आणि उष्णता व ध्वनीच्या विरुद्ध अधिक विसंवाहकता हे फायदे आहेत. जास्त खर्च (३० ते ५० टक्के), कॉंक्रीट टाकताना घ्यावी लागणारी अधिक काळजी, त्यातील अधिक सच्छिद्रता आणि शुष्कन संकुचन ह्यांचा त्याच्या तोट्यामध्ये अंतर्भाव होतो.

ब्यूरोच्या कामावर हलक्या वजनाच्या कॉंक्रीटचा प्रधान उपयोग, तक्तपोश्यांच्या खालचे आधार आणि छपरांच्या लाद्यांच्या, जेथे अचलभार कमी करण्याने भरीव बचत करता येते अशा, संरचनात करण्यात येतो. तक्तपोश्यांच्या आणि भिंतींच्या काही विसंवाहित भागातही ते वापरण्यात येते.

हलक्या वजनाचे मिलावे पुढील विभागात चर्चा केल्याप्रमाणे अगर निर्मितीच्या खास पद्धती वापरून हलक्या वजनाचे कॉंक्रीट प्राप्त करावे. ह्या पद्धतीत ॲल्यूमिनमच्या भुकटी–सारख्या फेनन द्रव्यांचा अंतर्भाव असतो. त्यांच्या वापरामुळे कॉंक्रीट सुघट्य असतानाच वायू निर्माण झाल्यामुळे त्याचे एकक वजन कमी होते. हलक्या वजनाच्या कॉंक्रीटचे वजन द. घ. फुटास ३५ पासून ११५ पौंडापर्यंत असू शकते व ते निर्मितीच्या पद्धतीत कोणत्या प्रकारच्या हलक्या वजनाचा मिलावा वापरला आहे त्यावर अवलंबून असते. ब्यूरोच्या कामावर ज्या कॉंक्रीटचा हलकेपणा वजनात हलके असणाऱ्या अकार्बनिक मिलाव्यावर अवलंबून असतो अशा कॉंक्रीटपुरतेच हलक्या वजनाचे कॉंक्रीट मर्यादित करण्यात आले आहे.

१४३ हलक्या वजनाच्या मिलाव्याचे प्रकार

विकासशील चिकणमाती, शेल, स्लेट, डायाटोमेशस शेल, पर्लाइट, ऑब्सीडियन आणि व्हर्मिक्यूलाईट ह्यांना उष्णता लावून विशिष्ठ प्रकारच्या शीत पद्धतीने वात–भट्टीतील कीटाचे विस्तरण करून, प्यूमिस स्कोरिया, ज्वालामुखी खंगर टफ आणि डायटोमाइटपासून आणि औद्योगिक खंगरांच्यापासून,हलक्या वजनाचे मिलावे तयार केले जातात. निरनिराळ्या व्यापार नामाने हलक्या वजनाचे मिलावे विकण्यात येतात.

(अ) खंगर

मिलावे म्हणून वापरण्यात येणारे खंगर, औद्योगिक भट्ट्यात कोळसा अगर कोक ह्यांच्या उच्च तपमानातील ज्वलनातील अवशेष असतात. अन्य स्थानातील खंगर उपयुक्त मानण्यात येत नाहीत.

हमीदारांच्या प्रयोग शाळांनी, पूर्वनिर्मित विटा तयार करण्याकरिता सूक्ष्म आणि भरड अशा मिश्र खंगरातील सरासरी ज्वलन होणारा अंश, सुक्या मिश्र मिलाव्याच्या वजनाच्या ३५ टक्क्यापेक्षा जास्त असू नये, अशी मर्यादा घातली आहे. खंगरातील सल्फाइडे ०·४५ टक्क्यापेक्षा कमी आणि सल्फेटे १ टक्क्यापेक्षा कमी असावीत. अनिष्ठ सल्फरची संयुगे धुवून टाकण्याकरिता खंगराचे ढीग करावेत अशी शिफारस आहे. ३० वर्षांपेक्षा जास्त काल कॉंक्रीटच्या संरचनात खंगर वापरून संतोषजनक फलप्राप्ती झाली आहे. द. घ. फूट खंगर कॉंक्रीटचे वजन अंदाजे ८५ पौंड असते पण जेव्हा एकसंधी संरचनात सुकार्यतेत वाढ होण्याकरिता नैसर्गिक वाळूच वापरण्यात येते तेव्हा हे वजन द. घ. फुटास ११० ते ११५ पौंड येते.

(आ) विस्तारित धातुमल

वात भट्टीतील धातुमलावर पाण्याचे उपचार करून विस्तारित धातुमलाचे मिलावे तयार करण्यात येतात. पाण्याची नियंत्रित राशि असलेल्या खड्ड्यातून वितळलेला कीट काढण्यात येतो अगर यांत्रिकी साधनांनी तो फोडण्यात येतो अथवा पाण्याचे तुषार अगर प्रवाह त्यावर सोडण्यात येतात. निर्माण झालेला पदार्थ वाफेने छिद्रे पडलेल्या तुकड्यांच्या स्वरूपात असतो. वापरण्यात आलेल्या पाण्याच्या राशीचा या पदार्थावर ठळक प्रभाव पडतो व त्याच्या शक्ति आणि वजनात व्यापक प्रमाणात फरक पडतो. ज्या कॉंक्रीटमध्ये फक्त विस्तारित धातुमलच असतो त्याचे एकक वजन द. घ. फु. स ७५ ते तो ११० पौंडांच्या मर्यादेत असते.

(इ) विस्तारित शेल आणि चिकणमाती

तयार केलेली द्रव्ये ज्या विलय बिंदूपाशी नरम होतात आणि विस्तरणशील वायू अडकून राहिल्यामुळे विस्तरण पावतात त्या विलय बिंदूपर्यंत ती गरम करून सर्व विस्तारित आणि चिकणमातीचे मिलावे तयार केलेले असतात. शेलपासून तयार केलेल्या एका पदार्थाखेरीज कच्च्या द्रव्यावर ते गरम करण्यापूर्वी हवा असलेला आकार येण्याइतकी प्रक्रिया केली जाते. काही उदाहरणांत गरम केले जात असताना ज्वालाश्मचय होऊ नये म्हणून उच्च विलय बिंदू असलेल्या द्रव्याचा कणांच्यावर लेप दिला जातो.

सामान्यपणे विस्तारित शेल अगर चिकणमातीच्या मिलाव्यापासून तयार केलेल्या कॉंक्रीटच्या वजनाची व्याप्ति द. घ. फुटास ९० ते ११० पौंड असते.

(ई) नैसर्गिक मिलावा

प्यूमिस, स्कोरिया, ज्वालामुखी खंगर, टफ, आणि डायटोमाइट हे हलके खडक असतात आणि इष्ट आकाराइतके फोडण्या अगर चाळण्याच्या प्रक्रियांच्याखेरीज त्यांच्यावर अन्य प्रक्रिया न करता हलक्या वजनांचा मिलावा म्हणून वापरण्याइतके ते बळकट असतात. ह्यांच्यापैकी डायटोमाइट हे एकच ज्वालामुखीय उत्पत्ति नसलेले द्रव्य आहे.

नैसर्गिक हलक्या वजनाच्या मिलाव्यातील प्यूमिस हा सर्वात जास्त व्यापक प्रमाणात वापरण्यात आला आहे.तो एक सच्छिद्र फेसासारखी ज्वालामुखी कांच आहे आणि त्याचा रंग शुभ्र करडा पिवळा असतो, परंतु लाल, पिंगट अगर काळाही असू शकतो. पश्चिम युनायटेड स्टेट्समध्ये तो मोठ्या थरात आढळतो आणि अनेक संस्थानांत तो हलक्या वजनाचा मिलावा म्हणून तयार केला जातो. कॅलिफोर्निया, ऑरेगॉन आणि न्यू मेक्सिको ही त्यांतील काही संस्थाने आहेत. भक्कम प्यूमिसच्या मिलाव्यापासून तयार केलेल्या काँक्रीटचे वजन द. घ. फु. स ९० ते १०० पौंड असते. ज्यात उच्च अवशोषक गुणधर्म आहेत अशा संरचनदृष्ट्या निबल प्यूमिसचा दर्जा विलयबिंदूच्या जवळच्या तपमानात त्याना प्रतप्त करून, सुधारणे शक्य असते.

स्कोरिया हा एक सच्छिद्र कांचसदृश भूकंपीय खडक आहे. त्याचे निक्षेप न्यू मेक्सिको आयडहो आणि अन्य पश्चिम संस्थानात आढळून येतात. स्कोरिया औद्योगिक खंगरासारखा दिसतो आणि सामान्यपणे तो लाल ते काळ्या रंगाचा असतो. स्कोरियापासून द. घ. फु. स ९० ते ११० पौंड वजनाचे अत्यंत संतोषजनक हलक्या वजनाचे काँक्रीट तयार करता येते.

विलय बिंदूच्या तपमानापर्यंत जेव्हा ऑब्सिडियन तापविण्यात येते तेव्हा त्यातून वायू मुक्त झाल्याने त्या द्रव्याचे विस्तरण होते. विस्तारित कणांच्या आंतील भाग सच्छिद्र असतो आणि पृष्ठभाग गुळगुळीत व अगदी जलाभेद्य असतो. विस्तारित ऑब्सिडियन प्रयोग करून निर्माण करण्यात आला आहे. कच्चे द्रव्य चिरडण्यात आले आणि इष्ट आकारा-करिता चाळण्यात आले. ज्वालाश्मचय होऊ नये म्हणून त्यावर उच्च विलयबिंदूच्या सूक्ष्म द्रव्याचा लेप देण्यात आला.

ज्या खडकापासून हलक्या वजनाच्या पर्लाइटचा मिलावा तयार करण्यात येतो त्याची रचना संदाबित केलेल्या एकत्र बांधलेल्या लहान लहान मोत्यांच्यासारखी दिसते. पर्लाइट जलदगतीने तापविले की ते विदारक बलाने विस्तरण पावते आणि लहान विस्तरित कणात फुटून जाते. सामान्यपणे विस्तारित पर्लाइट वाळूच्या आकारातच निर्माण केले जाते. विस्तारित पर्लाइटपासून तयार केलेल्या काँक्रीटचे एकक वजन द. घ. फु. स. ५० ते ८० पौंडांच्या व्याप्तीत असते. ते एक अति चांगले विसंवाहक द्रव्य आहे.

व्हर्मिक्यूलाइट हा बायोटाइट आणि इतर अभ्रकांपासून बनलेला एक परिवर्तनित पदार्थ आहे. तो कॅलिफोर्निया, कोलोरॅडो, मोंटाना आणि उत्तर व दक्षिण कॅरोलायनात आढळतो. रंग पिवळट ते पिंगट असतो. प्रतप्त केल्यानंतर भेदनाशी काटकोनात व्हर्मिक्यूलाईटचे विस्तरण होते आणि त्याचा भुसभुशीत गोळा बनतो व त्याचें तापन

करण्यापूर्वीच्या द्रव्याच्या ३० पट वस्तुमान वाढते. ते एक अतिशय चांगले विसंवाहक द्रव्य आहे आणि त्या कारणाकरिता त्याचा विस्तृत प्रमाणात उपयोग करण्यात येतो. विस्तारित व्हर्मिक्यूलाइटच्या मिलाव्यापासून तयार केलेल्या कॉंक्रीटचे वजन द. घ. फू. स. ३५ ते ७५ पौंड असते. शक्ति द. चौ. इं. स ५० ते ६०० पौंड असते.

१४४ – हलक्या वजनाच्या मिलाव्यांचे गुणधर्म

निर्माण झालेल्या कॉंक्रीटमधून दिसून आलेले हलक्या वजनाच्या भिन्नभिन्न मिलाव्यांचे गुण बऱ्याच प्रमाणात वेगळे असतात. उदाहरणार्थ विस्तारित शेल अगर चिकणमातीपासून तयार केलेल्या कॉंक्रीटची शक्ति तुलनेने उच्च असते आणि सामान्य कॉंक्रीटशी ती अनुकूल प्रमाणात तुल्य असते. प्यूमिस स्कोरिया आणि काही विस्तारित कीटांपासून मध्यम शक्तीचे कॉंक्रीट तयार होते. पर्लाइट, व्हर्मिक्यूलाइट आणि डायटोमाइट यांच्यापासून अत्यल्प शक्तीचे कॉंक्रीट तयार होते.

अल्पशक्ति कॉंक्रीटचे विसंवाहन गुणधर्म मात्र जड शक्तिमान कॉंक्रीटपेक्षा जास्त चांगले असतात. सर्वात वजनदार द्रव्याचे (फोडलेल्या शेल आणि चिकणमातीचे कॉंक्रीट) विसंवाहन मूल्य सामान्य कॉंक्रीटच्या विसंवाहन मूल्यापेक्षा सुमारे चौपट असते.

विस्तारित शेल, चिकणमाती आणि स्कोरिया खेरीज करून हलक्या वजनाचे अन्य सर्व मिलावे उच्च प्रमाणात संकुचन होणारी कॉंक्रीटे निर्माण करतात. हलक्या वजनाच्या बऱ्याचशा कॉंक्रीटात नेहमीच्या जास्त वजनदार आणि अधिक बळकट कॉंक्रीटपेक्षा खीलबंदी आणि करवतीने कापले जाण्याचे जास्त चांगले गुणधर्म असतात. (खिळे आत जाणाऱ्या कॉंक्रीटच्या माहितीकरिता ह्या प्रकरणाचा "आ" भाग पहावा.) तथापि जरी खिळे सहज आत घुसविता आले तरी ह्या हलक्या वजनाच्या काही कॉंक्रीटमध्ये खिळे घट्ट बसत नाहीत.

१४५ – हलक्या वजनाच्या कॉंक्रीटवरील संरचन–नियंत्रण

बाजारात उपलब्ध असलेला हलक्या वजनाचा मिलावा सामान्यपणे तीन मुख्य आकारात पुरविला जातो. हा आकार कामावर अवलंबून असतो. सूक्ष्म, मध्यम आणि भरड असे हे आकार असतात आणि कमाल $\frac{3}{4}$ इंचापर्यंत त्यांची व्याप्ती असते. हलक्या वजनाचा मिलावा वापरुन समरूप कॉंक्रीट तयार करण्यात ह्या नियम पुस्तिकेत सामान्य कॉंक्रीटच्या संबंधात अन्यत्र चर्चिलेल्या सर्व क्रियापध्दतीचा आणि सावधगिरीचा अंतर्भाव असतो. तथापि अवशोषण, विशिष्ठगुरुत्व, जलांश आणि प्रमाणापेक्षा कमी आकाराच्या मिलाव्याची राशि आणि प्रतवारी यांच्या अधिक जास्त विविधतांच्यामुळे जेथे हलक्या वजनाचे मिलावे वापरण्यात येतात तेथील समस्या अधिक अवघड होतात. जर एकक वजन आणि अवपाताच्या चाचण्या वारंवार केल्या आणि मिलाव्याचे गुणधर्म आणि परिस्थितीच्या क्षतिपूर्तीकरिता जरुरीप्रमाणे सिमेंट आणि जलांशाचे समायोजन केले तर चांगली फलप्राप्ती होते.

अनेक प्रकारच्या हलक्या वजनाच्या मिलाव्याच्या पासून तयार केलेले कॉंक्रीट टाकताना आणि सफाई करताना अवघड जाते कारण त्यातील मिलावे सच्छिद्र आणि कोनेदार असतात. काही मिश्रणात मिलाव्यापासून सिमेंटचा चुना विलग होण्याची आणि मिलावा पृष्ठभागाकडे तरंगत जाण्याची शक्यता असते. जेव्हा असे घडते तेव्हा मिलाव्याच्या प्रतवारीचे समायोजन करुन त्या परिस्थितीत सामान्यतः सुधारणा करता येते मोठाले कण फोडून नैसर्गिक वाळू घालून अगर पोषक द्रव्याची जोड देऊन हे प्राप्त करता येते. कॉंक्रीट टाकण्याच्या क्षमतेत सुध्दा वायुधारक द्रव्य घालून सुधारणा करता येते. वापरायच्या सूक्ष्म कणांची राशि मिश्रणाच्या संपन्नतेवरुन नियंत्रित केली जाते; वाळूचा अंश वाढवीत गेले की निवडलेला वायु–अंश असताना जेव्हा कॉंक्रीट आणखी रुक्ष होत नाही तेव्हा सूक्ष्मकणांची अनुकूलतम राशि प्राप्त होते. समुचित सुकार्यतेकरित ४ ते ६ टक्के वायु वापरणे उत्तम असते आणि अवपात ६ इंचापेक्षा जास्त असू नये.

मिश्रकापाशी द्रव्यातील आर्द्रता एकसारखी असण्याची खात्री रहावी म्हणून हलक्या वजनाचा मिलावा वापरण्यापूर्वी तो २४ तास ओला करावा. त्याचा साठा करताना आणि त्याची वाहतूक करताना ह्या आर्द्रणामुळे विलगनाचे प्रमाणही कमी होते. सुका हलक्या वजनाचा मिलावा मिश्रकात घालू नये. जरी ह्यामुळे (मिश्रकातून) बाहेर काढून घेतल्या-वर लागलीच जागेवर सहज टाकता येईल असे कॉंक्रीट निर्माण झाले तरी ह्या मिलाव्यातून सतत अवशोषण होत असल्यामुळे कॉंक्रीटचे वियोजन होते आणि कॉंक्रीट टाकण्याचे कार्य पुरे होण्यापूर्वी ते घट्ट होते.

योग्य प्रकारे मिश्रण झाल्याची खात्री व्हावी म्हणून नेहमीच्या कॉंक्रीटपेक्षा हलक्या वजनाचे कॉंक्रीट सामान्यपणे जास्त वेळ पर्यंत मिसळावे लागते. नेहमीच्या कॉंक्रीटच्या इतकाच अवपात असलेल्या हलक्या वजनाच्या कॉंक्रीटची सुकार्यता, त्यातील द्रव्याचा प्रकार, सच्छिद्रता, विशिष्ठ गुरुत्व इत्यादीत तफावत असल्याने, जास्त व्यापक प्रमाणात बदलती असते. त्याच कारणाकरिता वायूची विशिष्ट राशी निर्माण करण्यासाठी लागणाऱ्या वायुधारक द्रव्याच्या राशीतही व्यापक प्रमाणात फरक पडतो. जेथे हलक्या वजनाच्या मिलाव्याचे कॉंक्रीट तयार केलेले असते तेथे ओली वाळू अगर मृदाशोषक होज वापरून सतत जलमुरवण करणे विशेष फायदेशीर असते.

(आ) जड कॉंक्रीट

१४९ – व्याख्या आणि उपयोग

संरचनाच्या उद्योगात जड कॉंक्रीटचा व्यापक वापर आणि अनुप्रयोग तुलनेने नवीन आहे आणि अणुशक्तीचा विकास आणि व्यावहारिक अनुप्रयोगाच्या साथ साथ तो रूढ होत चालला आहे नेहमीच्या मिलाव्यांचा वापर केलेल्या कॉंक्रीटच्या दर घन फुटास अंदाजे १५० पौंडापासून आणि पोलादी गोळ्यांचा सूक्ष्म मिलावा आणि पोलादी पंच करून काढ-लेल्या तुकड्यांचा भरड मिलावा असलेल्या कॉंक्रीटच्या दर घन फुटाच्या कमाल सैद्धांतिक

३८४ पौंड वजनापर्यंत जड कॉंक्रीटच्या एकक वजनात बदल होऊ शकतो. ते मुख्यत: कामगारवर्गाचे संरक्षण आणि अनुगर्भीय प्रारणापासून रक्षण करण्याकरिता वापरण्यात येते. त्याचा अशा प्रकारे मर्यादित उपयोग असल्याने ब्यूरोच्या प्रकल्पात आजपर्यंत वापर झालेला नाही.

१४७ – जड मिलाव्याचा प्रकार

जड मिलावे अगर त्या कामाकरिता वापरलेली द्रव्ये नैसर्गिकरीत्या आढळतात. त्याचप्रमाणे तयार करण्यात येतात. जास्त जड मिलावे दुसऱ्या गटात मोडतात आणि ते प्रद्रावित धातूच्या स्वरूपात असतात; तथापि निरनिराळी खाणीतील द्रव्ये अगर कच्चे धातू जे अर्थातच कमी किंमतवान असतात ते समाधानकारकपणे अणुगर्भीय संरक्षणाकरिता वापरण्यात आले आहेत.

(अ) **बॅराइट** – बॅराइट हा खाणीतून काढलेला खडक आहे आणि ९० ते ९५ टक्के बेरियम सल्फेट, Ba SO 4, आणि अल्प प्रमाणात आयर्न ऑक्साइड, चॅल्सेडोनी, चिकणमाती, गार आणि झिओलाइट्सपासून तो बनलेला असतो आणि त्याचे विशिष्ठ गुरुत्व ४.१ ते ४.३ पर्यंत असते. ह्या खडकाचा नेहमीच्या आणि पूर्वसंघट्टित कॉंक्रीटमध्ये वापर करता येतो व अशा कॉंक्रीटमध्ये दर घन फुटास २३२ पौंड अनुकूलतम घनत्व आणि दर चौरस इंचास अनुक्रमे ६००० आणि ५००० पौंड अनुकूलतम संपीडित शक्ती विकसित होतात. सामान्यत: नेहमीच्या कॉंक्रीटमध्ये ज्या प्रतवाऱ्या आणि मिश्रणाची प्रमाणे वापरण्यात येतात त्याच प्रतवाऱ्या आणि प्रमाणे बॅराइटच्या बाबतीत वापरता येतात.

(आ) **खनिज कच्चे धातू** (लिमोनाइट, मॅग्नेटाइट) – लिमोनाइट आणि मॅग्नेटाइट हे उच्च घनत्व असलेले धातू आहेत. त्यांचे विशिष्ठ गुरुत्व ३.६ ते ४.७ च्या व्याप्तीत असते. बॅराइटपेक्षा कमी किंमतीत हे प्रकार सहज उपलब्ध होतात आणि ते प्रक्रियाक्षम असतात. त्यांचा उपयोग पूर्वसंघट्टित आणि नेहमीच्या कॉंक्रीटात सूक्ष्म आणि भरड मिलावा म्हणून करता येतो. त्यांच्यात दर घन फुटास २१० ते २२४ पौंडांपर्यंत घनत्व आणि दर चौरस इंचास ३२०० ते ५७०० पौंडांपर्यंत संपीडन शक्ती प्राप्त करता येतात. बॅराइट आणि लोह पदार्थाच्या बाबतीत ज्या प्रतवाऱ्या आणि मिश्रणाची प्रमाणे वापरण्यात येतात तीच सामान्यत: ह्या द्रव्यांकरिताही वापरता येतात

(इ) **लोखंडाचे पदार्थ** – फेरो फॉस्फरस, पोलादी पंचिंग आणि छेदित शलाकांच्या स्वरूपात भरड मिलावा म्हणून आणि पोलादी गोळ्यांच्या स्वरूपात सूक्ष्म मिलावा म्हणून लोह पदार्थ वापरून, ज्यांचे विशिष्ठ गुरुत्व ६.२ ते ७.७ च्या दरम्यान असते असे अति जड कॉंक्रीट (दर घन फुटास २५० ते २८८ पौंड) तयार करता येते. हे कॉंक्रीट नेहमीच्या मिलाव्याच्या इतकेच चांगल्या प्रकारे समतुल्य असते आणि त्यात २८ दिवसात दर चौरस इंचास सुमारे ५००० पौंड शक्ती निर्माण होते.

झीज अगर अपघर्षणाशी संबंध येणाऱ्या परिस्थितीत जड मिलाव्याचे कोणचेही काँक्रीट उपयुक्त ठरलेले नाही. पण ह्या नैसर्गिक बलापासून जेव्हा त्याचे संरक्षण करण्यात येते तेव्हा असे काँक्रीट चांगले काम देते. सर्व कार्यपद्धती, द्रव्य हाताळण्याच्या पद्धती आणि दक्षता, ज्यांच्या विषयी नेहमीच्या कॉंक्रीटच्या संबंधात अन्य ठिकाणी चर्चा केली आहे त्यांचे अनुकूलतम दर्जाचे जड काँक्रीट तयार करताना तंतोतंत पालन करावे. ब्यूरोच्या कामावर त्यांचा वापर मर्यादित असल्याने ह्या प्रकारच्या काँक्रीटच्या प्रत्यास्थ भौतिक आणि औष्णिक प्रवृत्तीसंबंधी चर्चा करण्यात आलेली नाही.

(इ) कीलबंदी काँक्रीट

१४८ व्याख्या, उपयोग आणि प्रकार

ज्या कॉंक्रीटमध्ये खिळे सहज ठोकता येतात आणि जे खिळ्याना घट्ट पकडून ठेवते त्या कॉक्रीटला (नेलिंग काँक्रीट) "कीलबंदी" काँक्रीट असे म्हणतात. ब्यूरोच्या कामात छपराचे सामान आणि झापा ज्या झुकावांना खिळे मारून बसवितात त्या झुकावांच्या संरचनेकरिता असे काँक्रीट वापरण्यात येते. चांगले कीलबंदी काँक्रीट निर्माण करणाऱ्या मिलाव्यात लाकडाचा भुसा, विस्तारित कीट, नैसर्गिक प्यूमिस, पर्लाइट आणि ज्वालामुखीय स्कोरिया यांचा अंतर्भाव असतो. ह्यांच्यापैकी ब्यूरोच्या कामावर लाकडाचा भुसा आणि प्यूमिस वापरण्यात आले आहेत. त्यापैकी पहिल्याचा अनेक प्रकल्पांवर आणि दुसऱ्याचा कोलंबिया घाटी प्रकल्पावर वापर केला आहे.

१४९ – भुशाचे काँक्रीट

पोर्टलंड सिमेंट, वाळू आणि देवदाराचा भुसा मापाने सारख्या प्रमाणात वापरून आणि १ ते २ इंच अवपात येईल इतके पुरेसे पाणी घालून व त्यांचे मिश्रण करून चांगले कीलबंदी कॉक्रीट तयार करता येते. १६ व्या अथवा ८ व्या क्रमांकांच्या चाळणीतून जाणारी वाळू वापरली तर खिळे ठोकणे सोपे जाते. निवेदित मिश्रणाच्या प्रमाणांचे तंतोतंत पालन करण्याची आवश्यकता नसते. जर कॉक्रीट अतिशय कठीण असले तर भुशाची राशी १०० टक्क्या इतकी वाढवावी आणि सिमेंट व वाळूच्या राशी तेवढ्याच ठेवाव्यात. ह्या आधारे प्रमाणित केलेले कॉंक्रीट अति सुकार्य असते आणि त्याचे आधार–कॉंक्रीटशी चांगल्या प्रकारे बंधन होते. भुशाचे काँक्रीट टाकून झाल्यावर ३ दिवसांनी त्यात सहजपणे खिळे ठोकता येतात आणि त्यांना उत्तम पकडशक्ति प्राप्त झालेली असते.

कॉंक्रीटचे परिपूर्णपणे मिश्रण करावे आणि जर त्याची राशी थोडकी नसेल तर ते यंत्राने मिसळणे अधिक श्रेयस्कर असते. २ दिवसपर्यंत त्याचे आर्द्रमुरवण करावे आणि खिळे ठोकण्याच्या आधी एक अगर अधिक दिवस ते वाळू द्यावे.

१५० – भुशाचे प्रकार आणि प्रतवारी

भुसा स्वच्छ आणि $\frac{1}{2}$ इंची जाळीतून जाणार नाहीत अशा कपच्या आणि गोळ्या पासून मुक्त असावा व तो इतका सूक्ष्म नसावा की तो सर्वच्या सर्व १६ क्रमांकाच्या

चाळणीतून निघून जाईल. भरड भुशापासून तयार केलेले कॉंक्रीट पक्व होण्यास सुमारे २४ तास लागतात. याच्या उलट सूक्ष्म भुशापासून तयार केलेल्या कॉंक्रीटला ४८ तास लागतात. भुशातील सूक्ष्मपणात वाढ केल्याचा (लाकडाच्या कणाचे अधिक पृष्ठीय क्षेत्राचा) परिणाम सेंद्रिय अम्लाचे अधिक प्रतिशत् निष्कर्षण होण्यात होतो आणि परिणामतः (कॉंक्रीटची) पक्वता मंदावते आणि शक्ति कमी होते.

खालील कोष्टकीकरणावरुन भुशाच्या निरनिराळ्या प्रकारांवर केलेल्या चांचण्यांचे निष्कर्ष प्राप्त होतात.

द्रव्य	टिप्पणी
साखरी देवदार	एक दिवसात चांगले पक्व होते. खिळे ठोकले जाण्याची उत्तम क्षमता.
देवदार	२ दिवसात चांगले पक्व होते. खिळे ठोकले जाण्याची चांगली क्षमता.
देवदार आणि फरचे मिश्रण	३ दिवसात चांगले पक्व होते. खिळे ठोकले जाण्याची चांगली क्षमता.
हिकरी, ओक अगर बर्च	३ दिवसात पक्व होत नाही. काही १४ दिवसांनी पक्व होते.कधीही संतोषजनक नसते.
ऑरेगॉन फर	भुसा अतिसूक्ष्म असतो. ८ दिवसांनी अंशतः पक्व होते.
सेडार	केव्हाही पक्व होत नाही.

टॅनिनकरिता केलेल्या (टॅनिक अम्ल) देवदार आणि सेडारच्या विश्लेषणावरुन सेडार-मध्ये २ प्रतिशत् टॅनिन आणि देवदारामध्ये ते अजिबात नसल्याचे दिसून आले. भुशातील बऱ्याच प्रमाणात असलेल्या सालीमुळे पक्वता मंदावली आणि कॉंक्रीट कमजोर झाले.

भुशाच्या निरनिराळ्या प्रकारांच्या भिन्नभिन्न बर्तावामुळे लागणारी राशी प्राप्त करण्याचे आधी त्याचा एखादा नमुना वापरुन पाहणे इष्ट असते.

(ई) सच्छिद्र कॉंक्रीट

१५१ – व्याख्या आणि उपयोग

जेथे मुक्त निःसारणाची जरूरी असते अगर हलक्या वजनाच्या मिलाव्याचा उपयोग न करता वजन अधिक हलके करण्याची आणि विसंवाहन कमी करण्याची तरतूद करावी लागते अशा दोन्ही ठिकाणी सामान्य पणे वापरण्यात येणारा सच्छिद्र कॉंक्रीट हा एक विशेष प्रकार आहे. (कधी कधी हलक्या वजनाच्या मिलाव्याचा वापर करणे व्यवहार्य अथवा इष्ट नसते.) सामान्यपणे अन्तराल प्रतवारी करून अगर एकाच आकाराच्या

मिलाव्याची प्रत वापरुन सच्छिद्र काँक्रीट तयार करण्यात येते. विशिष्ठ प्रकारच्या गटारी फरशांच्या बाबतीत पुष्कळ वेळा क्र. ४ ते $\frac{3}{8}$ इंच अगर $\frac{3}{8}$ ते $1\frac{1}{2}$ इंच मिलावाच फक्त वापरण्यात येतो व त्यात जल सिमेंट गुणोत्तर कमी असते आणि केवळ (मिलावा) झाकून टाकण्याकरिता व मिलाव्याचे कण एकत्र जोडून त्याचा मक्याच्या लाह्याच्या चेंडूसारखा गोळा तयार होण्याकरिता लागणारे किमान सिमेंट वापरले जाते. कधीकधी सच्छिद्र काँक्रीटचे निवेश, जलछिद्रे अगर नाल्या म्हणून कालव्याच्या अस्तरासारख्या द्रव्यचलित संरचनात पश्चदाब अगर पाणी काढून टाकल्या नंतर अस्तर फुटून उत्क्षेप निर्माण न व्हावा म्हणून, बसविण्यात येतात. अशा काँक्रीटकरिता विशेषतः निःसारणी संरचना अगर जेथे विद्राव्य सल्फेटच्या अवस्था अस्तित्वात असतात तेथील विशेष प्रकारच्या गटारी फरशाकरिता प्रकार V च्या सिमेंटची जरुरी लागेल.

कधीकधी भूजलाचा निकास होण्याकरिता बसविलेल्या पादित मलजलाच्या नळाखाली असलेल्या खडकाच्या पायावर सछिद्र काँक्रीट टाकण्यात येते. विनिर्देशाप्रमाणे असे अवश्य असते की अनेकदा ६X १२ इंची नळकांड्यावरून निर्धारित केलेली ७ दिवसांची त्याची शक्ति द. चौ. इं स १००० पौंडापेक्षा कमी नसावी आणि सच्छिद्रता अशी असावी की फरशीवर पाण्याची खोली सतत ४ इंच असताना १२ इंच जाडीच्या फरशीमधून द. चौ. फुटास द. मिनिटास १० गॅलनपेक्षा कमी नाही इतक्या वेगाने पाणी वाहून जाईल.

(ड) पूर्वबंधनित काँक्रीट

१५२ – व्याख्या आणि उपयोग

स्वच्छ प्रतवारी केलेल्या भरड मिलाव्याच्या संदाबित वस्तूच्या पोकळ्यात चुना घुसवून पूर्वबंधनित काँक्रीट तयार करण्यात येते. संदाबित केल्यानंतर आणि गारा भरण्याच्या किंचित आधी, मिलावा ओला करण्यात येतो अगर तो पाण्याने जलमज्जित करणे अधिक पसंत असते. जसजसा फर्म्यात चुना पंप केला जातो तसतसे तो पाणी विस्थापित करतो आणि पोकळ्या भरुन काढतो. अशा प्रकारे मिलाव्याचे उच्च प्रमाण असलेले सघन काँक्रीट निर्माण होते. ह्या पध्दतीत फायदा असा असतो की ज्या विशिष्ठ जागी सामान्य काँक्रीट टाकणे अत्यंत अवघड जाते अशा जागी पूर्वबंधनित काँक्रीट सहज टाकता येते. धरणांचे पृष्ठभाग पुन्हा बनविण्याकरिता आणि बोगद्यांच्या अस्तराची, स्तंभांची आणि आणि सांडव्यांची दुरुस्ती करण्याकरिता पूर्वबंधनित काँक्रीट वापरण्यात आले आहे. ह्या प्रकारांच्या दुरुस्त्याकरता आणि पाण्याखालील संरचनांच्याकरता हे विशेष प्रकारे उपयुक्त असते. काँक्रीट टाकण्याची पूर्वबंधनित पध्दत एक स्वकृत पद्धत आहे.

१५३ – पूर्वबंधनित काँक्रीटचे गुणधर्म

जरी सामान्य काँक्रीटमधील शक्तीपेक्षा पूर्वबंधनित काँक्रीटमध्ये शक्ति काहीशी जास्त मंदगतीने विकसित होत असली तरी $1\frac{1}{2}$ इंच कमाल आकाराचा मिलावा असलेल्या

दोन्हीही काँक्रीटच्या शक्ती ९० दिवसानंतर जवळजवळ सारख्याच असतात. शुष्कनाच्या सामान्य परिस्थितीत योग्य मुरवण केल्याने १½ इंच कमाल आकाराच्या मिलाव्याच्या पूर्वबंधनित काँक्रीटचे शुष्कनसंकुचन २०० ते ४०० दशलक्षांशाच्या मर्यादेत असते, पण त्याच कमाल आकाराचा मिलावा असलेल्या सामान्य काँक्रीटचे शुष्क-संकुचन ४०० पासून ६०० दशलक्षांशापर्यंत असते. जेथे पृष्ठभाग पुन्हा बनविण्याकरिता आणि दुरुस्तीकरिता पूर्वबंधनित काँक्रीट वापरण्यात आले आहे तेथे ते जुन्या काँक्रीटशी उत्तम प्रकारे बद्ध झाल्याचे दिसून आले आणि एकामागून एक गोठण आणि वितळण क्रिया होत असताना उच्च प्रकारचा प्रतिरोध निर्माण झाला.

१५४ – चुना द्रव्ये आणि संघनता

पूर्वबंधनित काँक्रीटमध्ये घुसविण्याचा चुना, रेती, सिमेंट आणि पाणी यांचे साई सारखी संघनता येईपर्यंत उच्च वेगाने मिश्रण करुन बनविलेला असतो. अन्यथा त्यात सूक्ष्म रेती, पोर्टलंड सिमेंट, पोझोलानिक " पूरक " आणि एक " एजंट " असतो आणि त्या द्रव्यांच्या एकत्रीकरणाने चुनाच्या प्रवेश्यतेत आणि पंप करण्याच्या क्षमतेत वाढ करण्याची योजना असते.

सामान्यपणे रेतीची प्रतवारी अशी असावी की ३ नंबरच्या चाळणीतून सर्व रेती निघून जावी आणि १६ नंबरच्या चाळणीतून किमान ९५ टक्केतरी निघून जावी. उत्तम पंप करण्याचे गुणधर्म असण्याकरिता तिचा सूक्ष्मता गुणांक १.२ ते २ च्या व्याप्तीत असावा. रेतीचा दर्जा चांगल्या काँक्रीटमधल्या वाळूच्या बरोबरीचा असावा. नैसर्गिक वाळूतील कणांच्या आकारामुळे ती अधिक पसंत असते.

सिमेंटचे जलयोजन होत असताना मुक्त झालेल्या चुन्याशी पोझोलानी पूरकाची क्रिया होते आणि त्यामुळे शक्ति निर्माण करणारी अविद्राव्य संयुगे निर्माण होतात. ह्या अतिसूक्ष्म विभाजित द्रव्यांच्या वापरामुळे गाऱ्याच्या तरलतेतही वाढ होते आणि निःस्त्रवणाची आणि विलगनाची प्रवृत्ति कमी होते.

गारा लवकर घट्ट होऊ नये म्हणून तसेच तरलतेत वाढ होण्याकरिता आणि भरीव घटक तरंगत रहावे म्हणून त्यात एक कारक घालण्यात येतो. त्यात अल्प प्रमाणात अल्युमिनची भुकटी असते आणि त्यामुळे प्रारंभिक पक्वतेपूर्वी चुना किंचितसा विस्तरण पावतो आणि अवस्थापन-संकुचनात घट होते.

पूर्वबंधनित काँक्रीटच्या चुन्याची संघनता सर्व वाटपात एकसारखी असावी आणि सयुक्तिक असा कमी दाब असताना आधी पसरलेल्या मिलाव्याच्या द्रव्यात सहज पंप करता येईल असा तो चुना असावा. जलांश, वाळूची प्रतवारी, सिमेंटचा प्रकार आणि एजंटचा प्रकार व राशि, यांचा संघनतेवर परिणाम होतो. प्रत्येक मिश्रणाकरिता पूरक आणि कारक यांच्या अशा अनुकूलतम राशी असतात की, ज्यामुळे उत्तम प्रकारची पंप करण्याची क्षमता आणि संघनता निर्माण होते. प्रत्येक कामाकरिता चाचण्या करणे अवश्य

असते. अनेक पद्धतींपैकी कोणतीही एक वापरून चुन्याची संघनता निर्धारित करावी. एका पद्धतीत चुन्यांनी भरलेले कोनाकार भांडे विशिष्ठ गुरुत्वामुळे रिकामे होण्यास किती वेळ लागतो तो वेळ आधार म्हणून धरण्यात येतो. दुसऱ्या पद्धतीत परिपीडन लंबक संघनता-मापक वापरण्यात येतो.

१५५ – भरड मिलावा

सामान्य कॉंक्रीटमधल्या भरड मिलाव्यात अवश्य असलेल्या सर्व गरजा ह्या भरड मिलाव्यातही पुऱ्या व्हाव्या लागतात. मिलावा स्वच्छ असणे महत्वाचे असते. $\frac{1}{2}$ अगर $\frac{3}{4}$ इंचापासून ते व्यवहार्य अशा मोठ्यात मोठ्या आकारापर्यंत चांगली प्रतवारी केलेला मिलावा असावा आणि फर्म्यात संदाबन झाल्यानंतर ३५ ते ४० टक्के पोकळ्या निर्माण व्हाव्यात.

१५६ – संरचन पद्धती

गाराभराईचे नळामधील अंतर ५ फुटापेक्षा जास्त ठेवू नये. फर्मे जलरुद्ध असावेत आणि माथ्यावर परिणामकारक वायुरंध्रण करावे. फर्म्यातील सगळ्यात खालच्या जागी चुना पंप करण्यास सुरवात करावी आणि तेथून वरच्या बाजूकडे ही क्रिया न्यावी. गाऱ्याच्या प्रवेशद्वाराच्यावर फर्म्यात गाऱ्याचे शीर्ष किमान ३ फूट सतत ठेवावे. गाराभराई होत असताना कोणच्याही प्रकारचा अडथळा येऊ देऊ नये. गाराभराई केली जात असताना फर्म्याचे स्पंदन केल्याने पूर्वबंधनित कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागावरील स्वरूपात आणि दर्जात सुधारणा होते. फर्मे संपूर्णपणे भरल्यानंतर चुन्यात प्रारंभिक पक्वता येईपर्यंत अगदी किंचितसे शीर्ष राहू द्यावे.

(ऊ) पूर्वप्रतिबलित कॉंक्रीट

१५७ – व्याख्या आणि उपयोग.

ज्या तणावाचा कॉंक्रीट जवळजवळ काहीही प्रतिरोध करू शकत नाही अशा तणावा-खाली सामान्यत: असणाऱ्या कॉंक्रीटच्या संरचनेच्या क्षेत्रात कायमचे पूर्वसंपीडन निर्माण होईल अशा तऱ्हेने उच्च तणावाचा पोलादी मिश्रधातु वापरण्याच्या तत्वावर पूर्वप्रतिबलित कॉंक्रीट आधारलेले असते. सामान्य भार लागू करण्यापूर्वी अशा घटकात संपीडनाचे पुरस्थापन करून क्षितिज-तणाव-प्रतिबलाच्या काही भागाचा प्रतिकार करता येतो व त्यामुळे लागणाऱ्या पोलादी प्रतिबल शिगांच्या एकंदर अनुप्रस्थ छेदाचे क्षेत्रफळ कमी करता येते.

कॉंक्रीटचे पूर्वप्रतिबलन साध्य करण्याच्या दोन आधुनिक पद्धती आहेत. एक पद्धत पूर्व तणावी म्हणून ज्ञात आहे व तीत फर्म्यात योग्यप्रकारे बसविलेल्या आणि योग्य मात्रेपर्यंत तणावाखाली प्रतिबलित केलेल्या प्रबलीकरण शिगांच्या कांड्यांच्याभोवती काळजीपूर्वक

कॉंक्रीट टाकण्यात येते. पुरेसा बंध निर्माण होण्याची खात्री राहण्याकरिता त्याचे दृढीकरण आणि मुरवण केले जाते. कॉंक्रीटमध्ये आवश्यक ती किमान शक्ति विकसित झाल्यानंतर प्रबलीकरण शिगा तणावी बंधनातून मुक्त केल्या जातात आणि पोलादातील प्रारंभिक तणावामुळे पोलाद आणि कॉंक्रीटच्या बंधाद्वारे कॉंक्रीटमध्ये लागणारे संपीडन निर्माण होते.

सामान्यपणे पश्चात् तणावी म्हणून ज्ञात असलेल्या दुसऱ्या पद्धतीत कॉंक्रीटच्या संरचन-घटकात नाल्या अगर नलिका तयार करण्यात येतात अथवा त्या घटकात नळ्या अगर आवरणे प्रविष्ट करण्यात येतात आणि त्या नाल्यात अगर नलिकात शिगांची कांडी अशा तऱ्हेने बसविण्यात येतात की, कॉंक्रीट कठीण झाल्यानंतर संपूर्ण लांबीत त्यांची मुक्तपणे हालचाल होईल. कॉंक्रीटचे पुरेसे मुरवण झाल्यानंतर प्रबलीकरण कांड्या योग्य तणाव येईपर्यंत खेचण्यात येतात आणि पोलादातील तणाव व कॉंक्रीटमधील संपीडन कायम राहण्याकरिता त्या टोकाजवळ कॉंक्रीटशी दृढमूल करण्यात येतात. जर पोलादी कांड्या अनावृत्त नालीत अगर नलिकेत बसविलेल्या असतील तर कांडीच्या संपूर्ण लांबीत पोलादाचा कॉंक्रीटशी घनिष्ट बंध रहावा म्हणून नंतर त्या जागात पंपाने वारंवार गारा भरण्यात येतो व त्यामुळे चलभार पडण्याच्यावेळी सारख्या प्रमाणात प्रतिबलांचे स्थानांतरण होण्यास आणि आर्द्रता, वायू अगर अन्य अपघर्षण द्रव्यांच्यामुळे प्रतिबलित पोलादी कांड्याना संभाव्य अपघर्षणापासून संरक्षण होण्यास मदत मिळते.

पूर्वप्रतिबलित कॉंक्रीटचे अभिकल्पन अनेक प्रकारच्या कॉंक्रीटच्या संरचनाना अलिकडे लागू करण्यात येत आहे. कॉंक्रीट टाकण्याच्या मध्यवर्ति जागेत आगाऊ कॉंक्रीट ओतून आणि नंतर सलग बांधकामात समावेश करून वापरता येणाऱ्या विशेषत: तुळया, गर्डर अगर पुलाच्या तक्तपोशींच्या चौकटीसारख्या संरचनांच्या घटकांना विशेषेकरून हे अभि-कल्पन लागू होते. जेथे चिराळण्याचे निर्मूलन झालेच पाहिजे अशा छपरे, गोल कॉंक्रीटच्या टाक्या आणि नळांच्या संरचनातसुद्धा ते उच्च प्रमाणात यशस्वी झाले आहे.

पूर्वप्रतिबलित कॉंक्रीटच्या संरचनांच्या फायद्यात खालील फायद्यांचा अंतर्भाव होतो.

(१) चिराळण्यात उच्च प्रमाणात घट होते. तणाव प्रतिबलामुळे ज्या क्षेत्रात सामान्यपणे चिरा पडतात ती क्षेत्रे ही प्रवृत्ति बरीचशी नाहीशी होण्याकरिता संपीडनाखाली आणली जातात. तसेच शुष्कन संकुचनामुळे चिराळणे योग्य प्रकारे पूर्वप्रतिबलाचे अभिकल्पन करुन बऱ्याच प्रमाणात निरसित करता येते.

(२) पूर्वप्रतिबलित कॉंक्रीटचा गोठण आणि वितळणाचा कालावधी तशाच प्रकारच्या अप्रतिबलित कॉंक्रीटपेक्षा किंचित जास्त असतो. चिराळण्यात घट होणे आणि संपीडन प्रतिबलामुळे संकुचन चिरा गच्चपणे बंदिस्त ठेवणे ही वस्तुस्थिती, अशी त्याचीं अंशत: कारणे आहेत.

(३) अनेक संरचना प्रकल्पात संरचना घटक आगाऊ ओतण्यात उघड फायदे असतात. नियंत्रणाखाली मुरवणाची सोय असलेल्या कायम बसविलेल्या संयंत्रात

अत्युच्च कॉंक्रीट नियंत्रणामुळे बनविणे शक्य झालेल्या तयार मालाचा दर्जा उच्च असतो व त्यामुळे उच्च प्रतीच्या संरचना निर्माण करता येतात. मर्यादित क्षेत्रीय कामाच्या जागेवर पूर्वनिर्मित भाग पोहचवून व्यापक प्रमाणात फर्मे आणि तक्ताबंदीची गरज न पडता, त्याची जलद उभारणी करता येते. आधुनिक पद्धतींच्यामुळे शीघ्र बंध प्राप्त करणे आणि कुशल कामगारांची आणि संरचन उपकरणांची किमान मदत घेऊन हे घटक अखंड संरचनात समाविष्ट करता येतात. पूर्वनिर्मितीत कॉंक्रीटमध्ये परिशुद्ध असे वारंवार वापरता येणारे फर्मे वापरुन जास्त प्रमाणात एकसारखेपणा आणता येतो. कामावर कॉंक्रीट तयार करण्यात सामान्यत: शक्य असलेल्या पृष्ठभागावरील देखणेपणापेक्षा जास्त चांगला देखणेपणा ह्या संरचनात प्राप्त करता येतो.

(४) पूर्वप्रतिबलित कॉंक्रीटच्या संरचनांच्या फायद्यातील वजनांचा विचार ही आणखी एक बाब आहे. कॉंक्रीट टाकण्यातील उच्च परिशुद्धता आणि पूर्वप्रतिबलिकरणात सामान्यत: वापरण्यात येणाऱ्या पोलादाची उच्च तणाव शक्ति आणि त्याबरोबरच तणाव भार सहन करण्याकरिता संपीडन प्रतिबलाखाली ठेवलेल्या कॉंक्रीटचा वापर यामुळे संरचना घटकांच्या आकार आणि वजनात कमाल कार्यक्षमता येते, आणि त्यामुळे आधुनिक संरचनांच्या बांधकामातील जागा आणि परिवहनात बचत करता येते.

(५) निरनिराळ्या पूर्वप्रतिबलित लक्षणांचा उपयोग केल्याने पुलांच्या पुनरावृत अभिकल्पना, रचना चौकटी आणि छपरे व पुलांच्या तक्तपोशींच्या सारख्या मानक घटकांची शीघ्रगतीने जोडणी करता येते व ह्यामुळे महत्वाच्या संरचनकालात बचत करता येते. तसेच जागा तयार करण्यात येत असताना अन्य ठिकाणी संरचनांची बरीचशी उभारणी करणे शक्य होते.

पूर्वप्रतिबलित कॉंक्रीटचा वापर करताना खालील अटी पाळाव्या लागतात.

(१) पूर्वप्रतिबलीकरणाकरिता कॉंक्रीटमध्ये कॅलशियम क्लोराईड वापरु नये, कारण पोलादी प्रबलीकरणातील प्रतिबलावस्थेमुळे क्लोराइडच्या सांनिध्यात कॉंक्रीट जास्त अपक्षरणकारक होते.

(२) पूर्वप्रतिबलित कॉंक्रीटच्या मिश्रणात उच्च प्रमाणात सुकार्यता आणि उच्च शक्ति असणे अवश्य असते. तुलनेने टंचाईच्या जागेत कॉंक्रीट टाकण्याचे काम बिनचुक आणि परिपूर्णपणे साध्य होणे व उच्च बंध निर्माण होणे अगत्याचे असल्याने सुकार्यता आवश्यक असते. पूर्वप्रतिबलीकरणाच्या तत्वाचा प्रभावीपणे उपयोग करण्याकरिता उच्च शक्तीची गरज असते. परिणामत: तुलनेने गाढ, अल्प जलसिमेंट गुणोत्तर असलेली मिश्रणे तयार करताना सामान्यपणे $\frac{3}{4}$ अगर $1\frac{1}{2}$ इंच कमाल आकाराचा मिलावा वापरण्याची प्रथा आहे. अनेकदा, उच्च प्राक्–शक्ति सिमेंट वापरण्यात येते आणि प्रारंभिक कालात तरी मूल्यवान फर्मे आणि

ओतण्याच्या जागा शक्य तितक्या लवकरात लवकर पुनः वापरता याव्यात म्हणून कमी दाबाच्या वाफेने मुरवण करावे. उच्च प्राक्-शक्ति सिमेंटमुळे संपीडक भार लागू करण्याकरिता अवश्य असणाऱ्या किमान शक्तीच्या विकासाच्या गतीतही वृद्धी होते.

(३) पोलादात शक्य तितका स्वतःचा जास्त प्रारंभिक तणाव रहावा आणि कॉंक्रीटमध्ये शक्य असलेले जास्तीत जास्त संपीडन निर्माण व्हावे म्हणून कॉंक्रीटचे अशाप्रकारे अभिकल्पन करावे की पूर्वप्रतिबलीकरण लागू करताना कॉंक्रीटमधील संकुचन आणि घसरण किमान प्रमाणात राहील.

(४) पूर्वप्रतिबलित कॉंक्रीटमध्ये तणाव-पोलादासाठी योग्य उत्केंद्रता असणे ही अभिकल्पनातील एक महत्वाची बाब असते आणि संरचनेचे कार्य क्षमतापूर्वक होण्याकरिता आणि इच्छित फलप्राप्तीकरिता ह्या बाबीचे काळजीपूर्वक पालन केले पाहिजे.

किमान वजन आणि जागेच्या कमाल बचतीकरिता पोलादाचा आणि कॉंक्रीटचा क्षमतापूर्वक वापर करण्यातही उत्केंद्रता हा एक महत्वपूर्ण घटक असतो. हा महत्वाचा अभिकल्पन संबंध बिनचुकपणे राखण्याकरिता आणि कॉंक्रीट व पोलाद यांच्यात पुरेशा बंधाची तरतूद करण्याकरिता काळजीपूर्वक कारागिरी करणे अत्यंत महत्वाचे असते.

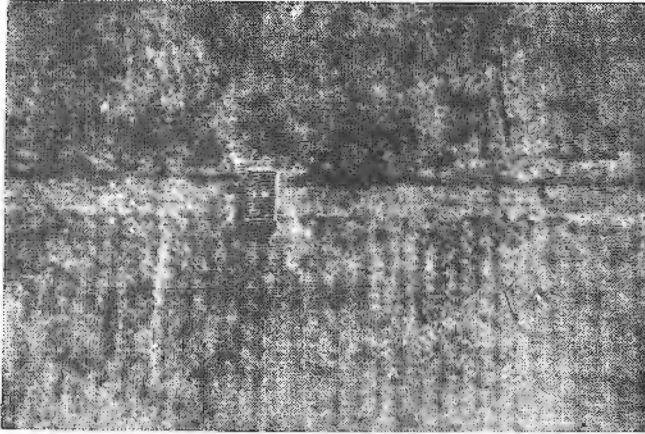
(ए) निर्वात-साधित कॉंक्रीट

१५८ – व्याख्या, वैशिष्ठ्ये आणि उपयोग.

कॉंक्रीट टाकून झाल्यावर लागलीच अगर लवकरात लवकर सामान्य कॉंक्रीटच्या रचित अगर अरचित पृष्ठभागांचे निर्वातन करून निर्वात-साधित कॉंक्रीट निर्माण करण्यात येते. ह्या उपचाराचे एकस्व घेतलेले आहे. त्यात पृष्ठभागाच्या निकट असलेले पाणी निरसित करण्यात येते आणि सामान्यतः छिद्रांच्या स्वरूपात दिसून येणारे हवेचे बुडबुडे नाहीसे केले जातात (पहा आ. १७५). हवेचे बुडबुडे अखंड नसल्यामुळे पृष्ठभागावरून नाहीसे केले जातात पण कॉंक्रीटच्या आंतल्या भागातून त्यांचा निरास होत नाही. निष्कर्षित पाण्याची खोली आणि काढून टाकलेल्या पाण्याची राशी ह्या मिश्रणाचा भरडपणा, त्यातील प्रमाणे आणि निर्वातन लागू केलेल्या पृष्ठभागांची संख्या यांच्यावर अवलंबून असतात. ६ ते १२ इंचापर्यंत जलांश आणि पृष्ठभागाच्या काही थोड्या इंचापर्यंत मिश्रणजलाच्या एक तृतियांश राशी कमी करता येतात. पृष्ठभागावरील ६ इंची थरातील सरासरी २० प्रतिशत् पाणी काढणे ही सामान्य गोष्ट असते. अनुभवाने असे दाखवून दिले आहे की, निर्वातन उपचारामुळे जेव्हा (१) मिश्रणात सूक्ष्म कण व्यावहारिक दृष्ट्या कमीत कमी असतात, (२) कॉंक्रीट अद्याप सुघट्य असतानाच निर्वातन लगेच करता येईल अशा रीतीने नवीन टाकलेल्या कॉंक्रीटने निर्वातन – चौकटी पूर्णपणे

आच्छादित केल्या जातात आणि (३) निर्वातन--उपचाराच्या पहिल्या काही थोड्या मिनिटात चौकटी जवळच्या काँक्रोटचे स्पंदन करण्यात येते, तेव्हा उत्तम फलप्राप्ती होते.





आ. १७५

कॅलिफोर्नियातील मध्य घाटी प्रकल्पातील शास्ता धरणावरील ०·८ ते १ उतार दिलेले काँक्रीटचे रचित पृष्ठभाग. वरच्या आणि खालच्या चित्रात अनुक्रमे लाकडी फर्म्यात आणि निर्वात फर्म्यात तयार केलेले पृष्ठभाग दाखविले आहेत. P X – D – 33060

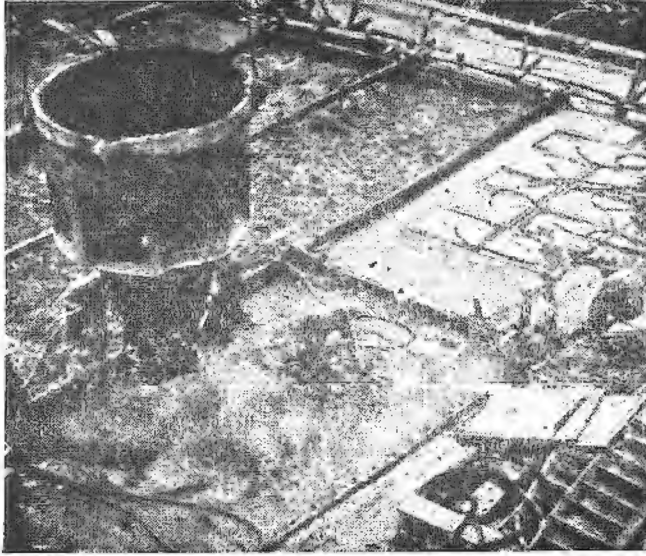
निर्वात उपचारामुळे जलांशात लक्षात येण्याइतकी घट होते व तिची परिणति उच्च शक्ति आणि अधिक जास्त टिकाऊपणात होते. निर्वात उपचारांमुळे एका काँक्रीटमधील तीन दिवसांची शक्ति दर चौरस इंचास ८०० पौंडावरून १८०० पौंडापर्यंत वाढली. पूर्व-निर्मित काँक्रीटच्या कामात प्राक् शक्तीचा मोठा फायदा असतो कारण त्यामुळे फर्मे लागलीच काढून घेता येतात आणि आधार पट्ट लवकर मोकळे करता येतात आणि अशा रीतीने अशा उपकरणातील भांडवलाचे प्रमाण बरेच कमी करता येते. पूर्वनिर्मित काँक्रीटच्या नळाच्या पृष्ठभागावरील खाचखळगे नाहीसे करणे विशेषतः इष्ट असते.

देखणेपणात सुधारणा करण्याच्या उद्देशानेच फक्त निर्वातन उपचार करणे न्याय्य ठरत नाही. तसेच टिकाऊपणा वाढविण्याचे साधन म्हणूनही बराच कमी खर्च येणाऱ्या वायु-धारणाशी ते स्पर्धा करू शकणार नाही. अवशोषक रचित अस्तराच्या वापराप्रमाणे पाण्याच्या उच्च गतीने वाहणाऱ्या क्रियेला वाढता प्रतिरोध होईल असा पृष्ठभाग निर्माण करण्याकरिताही निर्वातन उपचाराच्या वापराचा विनिर्देश केला जातो. तथापि असे दिसते की, जल–रेखा पृष्ठभागाच्या आदर्श मार्ग–रेखेशी निकटपणे जुळणारा पृष्ठभाग असणे हे ह्या संदर्भात वाढती शक्ति अगर पृष्ठभागावरील खाचखळग्यांच्या निरसनापेक्षा कितीतरी महत्वाचे असते.

१५९ – निर्वात फर्मे आणि चौकटी

विशेष प्रकारच्या निर्वात चटया अगर फर्म्याच्या चौकटीच्यावर बसविलेल्या निर्वात होज नळीमधून काँक्रीटवर निर्वातन लागू करण्यात येते (आ. १७६ व १७७ पहा.) अरचित पृष्ठभागाकरिता वापरण्यात येणाऱ्या चटया सामान्यतः प्रबलित प्लायवुडच्या असतात आणि त्यांचा पृष्ठभाग मलमलीने झाकलेल्या पडद्याच्या तारेच्या दोन थरांचा केलेला असतो. धरणांच्या डोणीसारख्या अरचित वक्र पृष्ठभागाकरिता, वक्र पृष्ठभागाशी जुळेल असे सुघट्य पोलाद, प्लायवुडच्या ऐवजी वापरण्यात येते. फर्म्यांच्या आतल्या दर्शनी-भागाकरिता अशाच तऱ्हेचे लायनर तयार करून फर्म्याच्या आतल्या पृष्ठभागाना अडकविण्यात येतात. काँक्रीटच्या नळांच्या पोलादी फर्म्याच्या निर्वात अस्तराकरिता पडद्याची पुस्ती न देता काच तंतूचे कापड वापरण्यात आले आहे. प्रत्येक चटईच्या परिघाच्या अगर फर्म्याच्या क्षेत्रावर एक निर्वात द्वार असते. त्या चटईचा परिघ अगर फर्म्यचे क्षेत्र यांची पड-द्याच्या तारेत काँक्रीटच्या संमिश्रणाची एक अरुंद पट्टी बसवून निर्वातन हानि होऊ नये म्हणून, मोहोरबंदी करण्यात येते. अरचित पृष्ठभागावरील निर्वातन चटयांची मोहोरबंदी, चटईच्या परिघावर एक रबराईज्ड कापडाची १ इंच पडदी बसवून आणि ती काँक्रीटवर हलक्या हाताने दाबून आणखी खात्रीदार केली जाते. चटयांचे क्षेत्र सुमारे १२ चौ. फूट असते आणि त्या निरनिराळ्या आकारात वापरता येतात. चटईचा सर्वसाधारण आकार ३ × ४ फूट असतो. फर्म्यावरील व्यक्तिगत निर्वातन क्षेत्राची आडवी लांबी सामान्यपणे अनेक फूट असते आणि उंची १२ ते १८ इंच असते. त्यामुळे प्रत्येक क्षेत्र काँक्रीटने झटकन झाकता

येते आणि कॉंक्रीट अगदी ताजे असताना निर्वातन लागू करता येते. सोयीस्कर वेळी कॉंक्रीटपासून मलमल नितळपणे काढता यावी म्हणून तिच्यावर एक द्रवपदार्थ लावावा.



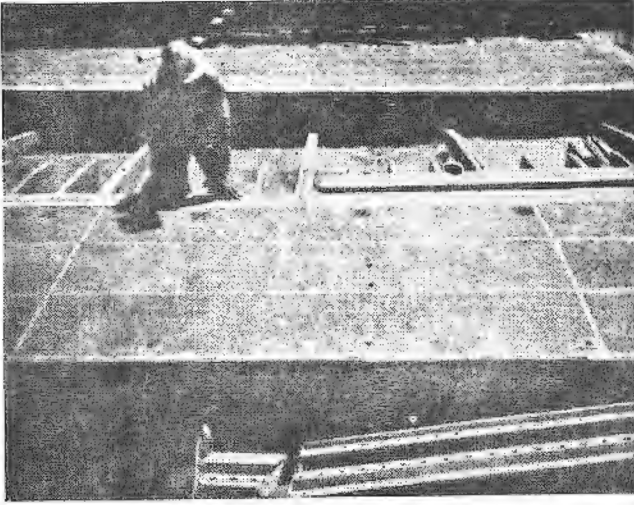
आ. १७६

शास्ता धरणावरील सांडव्याच्या डोणीचे कॉंक्रीट टाकणे. उजव्या बाजूस निर्वात साधक चटया दाखविल्या आहेत. PX – D – 33061

१६०–प्रक्रिया पध्दती

मधूनमधून प्रक्रिया पद्धतीत सुधारणा करण्यात येतात म्हणून कुठल्याही प्रकल्पावर निर्वातन उपचार करण्यापूर्वी अगदी अलिकडची माहिती मिळवावी.

एका कामावर द. मि. ला ८०० घ. फू. क्षमता असलेला, फर्म्यापासून कमाल १३०० फूट अंतरावर एक स्थिर निर्वात पंप बसविला होता. १२० चौ. फूट पृष्ठभागावर २० इंच पाऱ्याच्या इतके सरासरी निर्वातन त्यातून राखण्यात आले. द. मि. स. ११०० घ. फू. क्षमता असलेल्या पंपाने ४०० चौ. फू. अरचित पृष्ठभागावर १५ इंच निर्वातन राखता आले. लहान कामावर विशेष प्रकारच्या निर्वात पंपाची जरुरी नसते कारण सामान्य वायुसंपीडकाचे प्रवेशव्दार निर्वात टाकीला जोडून आणि संपीडकाच्या निःसाराचा विकास करुन आवश्यक ते निर्वातन प्राप्त करता येते.



आ. १७७

दक्षिण डाकोटातील अंगोस्तुरा धरणावर निर्वात चौकटी बसविल्या जात असताना मलमलीने आच्छादन करण्यापूर्वीच्या रबरी चकत्या आणि लोहसंभारी कापडाचे दृश्य. P X - D - 33514

निर्वातन लागू केल्यावर पहिली काही थोडी मिनिटे रचित कॉंक्रीटचे स्पंदन करणे उत्तम दर्जा आणि जलरोधकता प्राप्त करण्याकरिता अत्यंत महत्वाचे असते. निर्वातनामुळे पाणी बाहेर निघून जात असताना निर्माण झालेली लहान छिद्रे आणि नाल्या अशा स्पंदनामुळे जितक्या जलदी तयार होतात तितक्याच जलदी मिटून जातात. उत्तम दृढीकरणाकरिता स्पंदनाचा काल व तीव्रता आणि निर्वातन उपचार यांच्यामध्ये योग्य समतोल राखला पाहिजे. प्रमाणापेक्षा जास्त फर्मा-स्पंदन करुन आणि त्याचा कालावधी अति कमी करुन (पाण्याच्या निकासामुळे निर्माण झालेल्या) निर्वात स्थितीतील जलद गतीने घट्ट होणाऱ्या कॉंक्रीटमधील सर्व नवीन पोकळ्या पूर्णपणे कदाचित बंद करता येणार नाहीत. निर्वातन विशेषतः सुरवातीलाच जर अति तीव्र झाले तर त्यामुळे प्रभावीपणे स्पंदन करणे अशक्य होईल इतक्या जलद कॉंक्रीट घट्ट होण्याचा संभव असतो.

अतिरिक्त सूक्ष्मकण असलेली चिकट मिश्रणे निर्वात उपचाराला चांगला प्रतिसाद देत नाहीत. तपमान कमी असताना आणि भरड वाळूत शक्य तितकी वाळूची किमान टक्केवारी आणि सिमेंटचा अंश कमी असताना हा उपचार अधीक प्रभावी असतो.

(ऐ) कॉंक्रीटच्या फरशीची सफाई

१६१ – समाधानकारक सफाईच्या गरजा

चांगल्या कॉंक्रीटच्या अगर चुन्याच्या फरशीचा पृष्ठभाग, टिकाऊ, अनवशोषी, योग्य पोताचा आणि चिरा पडणे, तडकणे अगर अन्य दोषापासून, मुक्त असावा. निराळ्या शब्दात सांगायचे म्हणजे ज्या कारणाकरिता ती करण्यात येते त्या रहदारीमुळे होणाऱ्या झिजेला ती फरशी समाधानकारकपणे तोंड देऊ शकली पाहिजे. तिच्यावर डाग पडू नयेत, अगर पाणी, तेल वा अन्य द्रव्यांना सहज मार्ग मिळू नये इतकी पुरेशी ती जलाभेद्य असली पाहिजे; देखणेपणाच्या गरजांना अनुरूप सहज स्वच्छ करता येईल आणि घसरणापासून धोका राहणार नाही असा तिचा पोत असावा. ती संरचनेच्या दृष्टीने बळकट असावी आणि जेथे फरशीवरचा शिरोभाग नंतर ओतण्यात येतो तेथे तो खालच्या फरशीशी पुरेशा प्रमाणात बद्ध केलेला असावा.

१६२ – एकसंधी कॉंक्रीटची फरशी

काटकसरीच्या दृष्टिकोनातून, संरचनेवरच्या एकसंधी पृष्ठभागाची अगर विभागाची तो फरशीचा पृष्ठभाग म्हणून काम देईल अशी अनेक वेळा शेवटची सिद्धता करता येते. बद्ध फरशी, जिच्यात सामान्यपणे ०.३६ पेक्षा निव्वळ जलसिमेंट गुणोत्तर जास्त नाही, अशी ओतण्यात येते. तिच्या पृष्ठभागाइतका जरी हा पृष्ठभागाचा प्रकार टिकाऊ नसला तरी त्याने अनेक उद्देश पुरेशा प्रमाणात सफळ होतात. कमी अवपाताचे कॉंक्रीट वापरून आणि वापरण्यात येणारे कॉंक्रीटचे मिश्रण जास्त गाढ करून त्यात काही प्रमाणात सुधारणा करता येते. तसेच धारित वायूचा अंश किंचित कमी करण्याने पृष्ठभागावर शेवटचा हात फिरवणे सोपे जाते. तथापि पृष्ठभागावरील सिद्धता करण्याच्या वरच्या थरातील मिश्रणाची प्रमाणे दोन्ही मिश्रणातील अवकलन, संकुचन, अगर अन्य अवकलन यांच्या गुणधर्मामुळे कॉंक्रीटमध्ये चिरा पडतील इतकी संरचनेतील कॉंक्रीटच्या मिश्रणापासून भिन्न असणार नाहीत अशी काळजी घ्यावी. बद्ध फरशीच्या पृष्ठभागाची सिद्धता करताना जे चांगल्या दर्जाचे द्रव्य आणि जी चांगली कारागिरी वापरली तसेच चांगले द्रव्य आणि चांगली कारागिरी फरशीच्या ह्या प्रकाराकरताही वापरावी लागते.

१६३ – बध्द कॉंक्रीटच्या आणि चुन्याच्या फरशा

बिनचूक प्रमाणातही केलेला कॉंक्रीटचा शीर्षथर चुन्याच्या शीर्षथरापेक्षा जास्त उच्च दर्जाचा असतो म्हणून कॉंक्रीटचा फरशीचा पृष्ठभाग सुमार करणे सयुक्तिक नाही. मात्र उपयुक्त दर्जाचा मिलावा उपलब्ध असावा, योग्य क्रियापद्धती वापराव्यात आणि अनुभवी कामगाराकडून काम करुन घ्यावे. चुन्याच्या आच्छादक थरातील काही अन्तर्निहित दौर्बल्ये ही आहेत.

(१) गिलावा आणि थापी काम केल्यामुळे पृष्ठभागावर मोठ्या प्रमाणात सूक्ष्म रेती

येऊन त्याचा पापुद्रा तयार होतो व तो टिकाऊ नसतो, ठुळकटतो, त्यावर कधीकधी पापुद्रे निर्माण होतात. तडकण्याकडे तीव्र प्रवृत्ति निर्माण होते. (जर वाळूतून सूक्ष्मकण संपूर्णपणे काढून टाकले तर चुना निस्त्रवू लागतो आणि इतका रुक्ष होतो की समाधानकारकपणे सिद्धता करता येत नाही.) (२) आच्छादक थरात उच्च प्रमाणात सच्छिद्रता असते व हे चुन्याचे सर्वश्रुत वैशिष्ट्य आहे. (३) पृष्ठभागापाशी झीज प्रतिरोधक मिलाव्याच्या कणांची कमरता असते. आ. १७३ मधील काँक्रीटच्या आधारांच्याशी बद्ध केलेल्या १:२ चुन्याच्या आणि १:१:२ काँक्रीटच्या मधून घेतलेल्या छेदावरुन हे दिसून येते आणि (४) चांगला बंध प्राप्त करण्यासाठी असामान्य काळजी घ्यावी लागते.

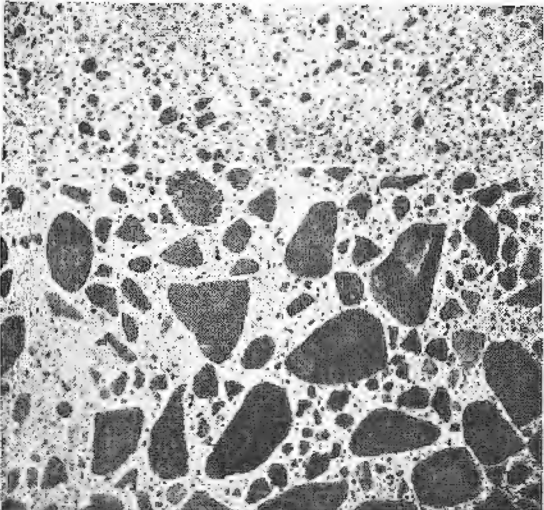
१६४ – मिलावा

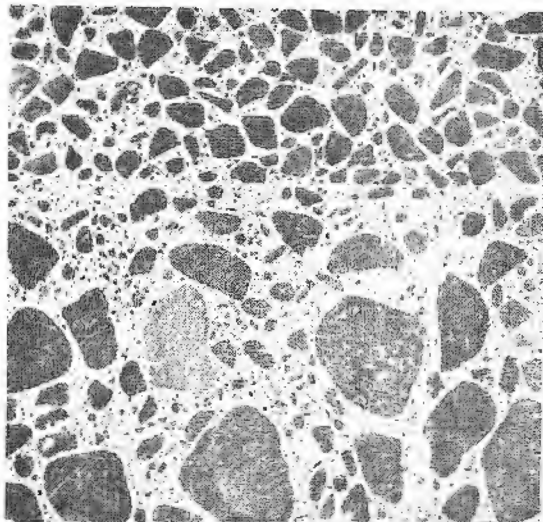
फरशीच्या आच्छादक थराकरिता योग्य असणारी वाळूची प्रतवारी ब्यूरोच्या विनिर्देशातील नेहमीच्या काँक्रीटमधील वाळूशी जुळणारी असते, फक्त सूक्ष्म कणांच्या अंशाची बाब त्याला अपवाद असते. ५० नंबरच्या चाळणीतून जाणारी टक्केवारी ५ पेक्षा जास्त नसेल तर उत्तम फले प्राप्त होतात, तथापि जर वर दिलेल्या अटी पुऱ्या होतील असे द्रव्य मिळत नसेल तर नेहमीच्या काँक्रीटची वाळू वापरली तरी चालते. कंकर $\frac{३}{४}$ इंची चाळणीतून गेला पाहिजे पण $\frac{३}{१६}$ इंच चाळणीतून १० टक्क्यापेक्षा जास्त जाता उपयोगी नाही अशी सामान्यतः गरज असते. जर काँक्रीटची फरशी उच्च प्रकारे झीज प्रतिरोधक हवी असेल तर मिलावा कणखर कठीण आणि घनिष्ट असला पाहिजे. प्रतवारीत तुलनेने थोडासा फरक झाला तर त्याला फारसे महत्व नसते, फक्त त्यामुळे संघनतेवर परिणाम होतो.

१६५ – प्रमाणीकरण आणि मिश्रण

काँक्रीटच्या फरशीच्या आच्छादक थराच्या मिश्रणाची प्रमाणे, द्रव्ये शुष्क असताना सामान्यपणे वजनाने १ भाग सिमेंट, एक भाग वाळू आणि १$\frac{३}{४}$ ते २$\frac{१}{४}$ भाग कंकर अशी असतात. ड्रेसी पंपिंग संयंत्राजवळ असे आढळून आले आहे की, धारित वायू नसलेल्या १ इंच अवपाताच्या काँक्रीटपेक्षा २ प्रतिशत् वायुधारणामुळे शून्य अवपाताच्या आच्छादक मिश्रकाने चांगले काम दिले व काम जास्त सफाईदार झाले, म्हणून ह्या मर्यादित धारित वायूचा वापर करणे इष्ट असते. जेव्हा फरशीची हातसफाई करावयाची असते तेव्हा घासण्याची फळी करवतीसारखी पुढे मागे नेऊन काँक्रीटवर काम करता येईल इतकी जास्तीत जास्त सुकी संघनता काँक्रीटमध्ये सामान्यतः असावी लागते आणि निव्वळ जल–सिमेंट गुणोत्तर ०.४० पेक्षा जास्त असता उपयोगी नाही.

काँक्रीट टाकण्यात आणि सफाई करण्यात काही कालावधी लागत नसलेल्या यांत्रिकी गिलाव्याच्या सफाईकरिता हातसफाईत लागणाऱ्या मिश्रणापेक्षा बरेच जास्त घट्ट मिश्रण लागते; नाहीतर यंत्रामुळे पृष्ठभागावर खड्डे पडतील आणि समाधानकारक फल मिळणे अवघड जाईल. यांत्रिकी गिलावा करण्यापूर्वी जेव्हा द्रव्य ठोकण्यात येते आणि प्रतवारी-





आ. १७८

फरशीच्या काँक्रीट व चुन्याच्या शीर्षथरांची तुलना. काँक्रीटचा आच्छादक थर (उजवी बाजू) चुन्याच्या आच्छादक थराच्या (डावी बाजू) पेक्षा जास्त उच्च दर्जाचा आहे. कारण त्यात पाणी कमी आहे, सूक्ष्मकण थोडे आहेत, तो कमी सच्छिद्र आहे आणि त्याच्या पृष्ठभागापाशी झीज प्रतिरोधक मिलावा जास्त आहे. PX - D - 33515

प्रमाणे काटछाट करण्यात येते तेव्हा अतिरिक्त चुना पृष्ठभागावर येण्यास अटथळा येईल इतके मिश्रण घट्ट असावे. वजनात ज्यातील जलसिमेंट गुणोत्तर कमाल ०.३६ इतके अनेक वेळा मर्यादित केले जाते, अशा कॉंक्रीटचा अवपात सामान्यत: शून्य असतो आणि वल्हे असल्यासारख्या मिश्रकात क्षमतापूर्वक त्याचे मिश्रण तयार करता येते. यांत्रिकी रंध्याने पृष्ठभागावरील खाचखळगे भरून मोहोरबंदी करण्यास प्रतिसाद देईल पण त्याच वेळी काटछाट करून होताच लगेच यांत्रिक गिलावा करता येईल इतके घट्ट मिश्रण असावे. हातांचा किंचित् दाब देऊन त्याचा चेंडू बनविल्यावर जे कॉंक्रीट चिकटून एकत्र रहाते आणि दाबले असताना त्यातून मुक्तजल बाहेर येत नाही पण हात मात्र ओलसर होतो असे कॉंक्रीट ह्या गरजा पुऱ्या करू शकते.

हाताने सफाई केलेल्या अगर यांत्रिकी गिलावा केलेल्या आच्छादक थरापासून उत्तम फलप्राप्ती होण्याकरिता कॉंक्रीटची संघनता एकसारखी असली पाहिजे. ह्या कारणाकरिता मिलाव्याच्या प्रतवारीतील जलांश सयुक्तिकपणे एकसारखा असावा आणि मिश्रणजल घालण्याच्या आणि संघनता नियंत्रणाच्या सुविधा उत्तमात उत्तम असाव्यात. जलांशात अल्पसा जरी फरक पडला तरी शीर्षथराच्या सुकार्यतेत ठळक प्रमाणात तफावत पडते आणि पाण्यात आश्चर्य करण्याइतकी अल्पशी वाढ केली की यांत्रिकी गिलावा न करता येईल इतका शीर्षथर ओला होतो

सुके मिश्रण वापरले असल्यामुळे मिश्रकाच्या पात्यांच्यावर आणि कवचावर सिमेंट साचून रहाणार नाही अशी काळजी घ्यावी. आच्छादक थराचा मिश्रणकाल, सफाईकरिता कोणतीही पद्धत वापरावयाची असली तरी २ मिनिटांपेक्षा कमी असू नये.

१६६ – आधारस्तराची पूर्वतयारी

ब्यूरोच्या प्रकल्पातील कॉंक्रीटच्या फरशीचे आच्छादक बहुतेक उदाहरणात कठीण झालेल्या कॉंक्रीटच्या आधारस्तराशी बद्ध केलेले असतात. हे आधारस्तर, त्यांचा पृष्ठभाग सर्व सायीपासून मुक्त होईल आणि आच्छादक घालण्याच्या वेळी सर्व परद्रव्ये अनावृत्त होतील अशातऱ्हेने स्वच्छ केले पाहिजेत. अधस्तराचे पृष्ठभाग स्वच्छ करण्याच्या चांगल्या उपचारांच्यापैकी एकात म्यूरिॲटिक अम्लाने (२७.९ प्रतिशत् HCL) अम्लनिक्षारण करण्यात येते व त्याच वेळी कडक तार अगर तंतूच्या झाडणीने पृष्ठभाग घासून काढण्यात येतात आणि त्यानंतर स्वच्छ पाण्याने अम्लाच्या सर्व खाणाखुणा आणि प्रतिक्रियाजन्य पदार्थ काढून टाकण्याकरिता ते पूर्णपणे आणि सांगोपांगपणे धुवून काढण्यात येतात.

जेव्हा अम्लधावन शक्य नसते अगर असुरक्षित असते तेव्हा आच्छादक टाकण्याच्या किंचित आधी अगर सर्व साय व परद्रव्यें अधस्तरातील कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागावरून प्रभावीपणे काढून टाकण्याकरिता अन्य उपकरणाचा वापर करण्यापूर्वी आर्द्र वालुक्षेपण करून नंतर दाबयुक्त पाण्याने धुवून काढण्याने आच्छादक आणि आधारस्तर यांच्यात पुरेसा बंध निर्माण होण्याची चांगल्या प्रकारे खात्री मिळते. शीर्षस्तर टाकण्याच्या किंचित आधी

आर्द्र वालुक्षेपण करुन नंतर दाबयुक्त पाण्याने धुवून टाकण्याने आच्छादक आणि आधार यांच्यातील चांगल्या बंधाची जास्तीत जास्त खात्री मिळते. तथापि चालू यंत्रांच्या भोवतालच्या स्वच्छतेकरिता ही पद्धत आक्षेपार्ह असते कारण हवा आर्द्रतेने भारित होते आणि फरशीच्या काटछाटीतील कण यंत्रावर साचून राहतात.

उपकरणे बसविल्यानंतर जेव्हा आच्छादक टाकण्यात येतो तेव्हा स्वच्छ करावयाच्या भागावरील स्फोटनामुळे निघून आलेली द्रव्ये आणि घाण गोळा करण्याकरिता निर्वातन यंत्रणेची तरतूद असलेल्या स्फोटन उपकरणांच्या सहाय्याने कॉंक्रीटचे पृष्ठभाग स्वच्छ करुन खरबरीत करावे. जर निर्वातयंत्रणा योग्य प्रकारे चालविली आणि तिच्यात पुरेशा प्रमाणात धूलि-संग्राहकांची तरतूद केली तर वातावरणात फारच थोडी धूळ उडून जाईल. या उपकरणातील स्फोटन-माध्यम पोलादी कण अगर गोळ्या, अल्युमिनम ऑक्साइड, सिलिकॉन कार्बाइड अगर अन्य प्रभावी अपघर्षकांचे असले पाहिजे. हे उपकरण वापरताना दाबयुक्त पाण्याने धुण्याची गरज पडत नाही.

आधारस्तराचे विहित कालपर्यंत अगर अधिमानतः आच्छादक टाकण्याची तयारी करण्याच्या पूर्वी पृष्ठभाग स्वच्छ करीपर्यंत जलमुरवण करुन आच्छादक आणि आधारस्तर यांच्यातील बंधनात सुधारणा करता येते. ज्यावर आच्छादक टाकावयाचा आहे असे सर्व स्वच्छ पृष्ठभाग पूर्णपणे कोरडे असावेत आणि अन्य मार्गाने ते दूषित होणार नाहीत याची काळजी घ्यावी. कॉंक्रीट टाकण्यापूर्वी तयार केलेल्या पृष्ठभागावरून वाहतूक होऊ देऊ नये आणि आधारस्तराचे तपमान आच्छादक मिश्रणाच्या तपमानाइतके सरासरी राहण्याकरिता आवश्यक ते उपाय योजावेत. आच्छादक टाकण्याच्या अगोदर १:१ चुन्याचे मिश्रण परिपूर्णपणे आधारस्तराच्या पृष्ठभागाचे आत रगडून घालावे. सिमेंट आणि चांगल्या प्रकारे धुतलेल्या सूक्ष्म कणांच्या वाळूपासून (१६ नंबरच्या चाळणीतून जाणारी वाळू अधिक चांगली) हा चुना बनवावा. त्याची संघनता मध्यम असावी आणि सरासरी जाडी $\frac{1}{16}$ इंचापेक्षा जास्त असू नये. ह्या कामाकरिता नितळ गाऱ्यापेक्षा असा चुना अधिक समाधानकारक असतो. कारण त्याचे गुणधर्म आधार आणि आच्छादकांच्या गुणधर्मांशी अधिक निकटपणे जुळणारे असतात.

१६७ – (गिलाव्याच्या) मेजपट्ट्या

फरशीच्या कॉंक्रीटचा पृष्ठभाग अवश्य त्या पातळीवर आणण्याकरिता सरळपट्टीला मार्गदर्शक म्हणून मेजपट्ट्या बसविलेल्या असतात. फरशीवर आच्छादन टाकताना आणि ते समपातळीत आणताना त्या वाकड्या न होतील इतक्या पुरेशा ताठर असल्या पाहिजेत. १० फुटापेक्षा जास्त अंतर न ठेवलेल्या (४ ते ६ फूट जास्त पसंत) धातूच्या पट्ट्या अगर नळ्यांच्या प्रभावी मेजपट्ट्या बनविता येतात. केनियॉन फेरी विद्युत संयंत्रात $\frac{3}{4}$ इंच व्यासाच्या नळ्या ४ ते ५ फूट अंतरावर ठेवून व ३ ते ४ फूटावर सपाट आधारी मेजपट्ट्या तयार केल्या होत्या. $1\frac{1}{2} \times 4 \times \frac{3}{8}$ इंची पोलादी पट्ट्यांच्या आधारास प्रत्येक टोकापाशी

तोटी लावली होती व पेच पाडले होते आणि ते पोलादी नळीला मध्यावर वेल्ड केले होते. आधारातील पेच पाडलेल्या छिद्रांतून बोल्टांच्या सहाय्याने मेजपट्ट्या हव्या त्या प्रमाणात समतल केल्या होत्या आणि त्या बोल्टांचे शेवट काँक्रीटच्या पायावर अधारित केले होते. पाशनटांनी बोल्ट जाग्यावर पकडून ठेविले होते. समतल केल्यानंतर विस्फोटक प्रभाराने चालू होणारे हत्यार वापरून काँक्रीटच्या पायात बसविलेल्या रिबिटाना तारेच्या ताणांनी बांधून मेजपट्ट्या स्थानावर धरुन ठेविल्या होत्या. आच्छादन समतल केल्यानंतर तारेचे ताण कापण्यात आले, मेजपट्ट्या आणि आधार काढून घेण्यात आले आणि खांचा आच्छादक द्रव्याने भरुन घेण्यात आल्या.

अंदाजी २ इंच चौरस आणि सोयीस्कर जाडीच्या लाकडी ठोकळ्यांचा मेजपट्टी म्हणून उपयोग करण्यात आला आहे. परंतु हल्ली बऱ्याच संस्थापनात पट्ट्यांच्दा मेजपट्ट्यांचा उपयोग केला जातो. जेव्हा ठोकळे वापरण्यात येतात तेव्हा प्रत्येक दिशेने सामान्यपणे ते १० फूट अंतरावर बसविण्यात येतात. प्रत्येक ठोकळा थोड्या चुन्यात बसवून आधारित करून त्याचा माथा काटेकोरपणे अंतिम पातळीवर येईल असा बसविला जातो. ठोकळे जागेवर बसविल्यानंतर चुन्यावर कोरडे सिमेंट फुंकून लावण्यात येते. त्यामुळे चुना लवकर कठीण होतो आणि ठोकळे जागेवर धरुन ठेवले जातात. फरश्यांचा आच्छादन थर संदाबित आणि समतल केल्यानंतर मेजपट्ट्यांचे ठोकळे काढून घेऊन खांचांत आच्छादन द्रव्य भरले जाते.

१६८ – निक्षेपण, संदाबन आणि समरूपन.

(थर) टाकण्याची सर्व पूर्वतयारी पूर्ण झाल्यावर वि. १६६ मध्ये वर्णन केलेला चुन्याचा पातळ थर थोड्या अंतराकरिता, आच्छादनाच्या काहीशा अलिकडे आधारस्तराच्या पृष्ठभागाच्या आत, ब्रशाने पूर्णपणे घासण्यात येतो. चुन्याचा थर ताठर होण्याच्या अगोदर लगेच आच्छादन थर घालावा.

प्रमाणापेक्षा किंचित वर राहील असा अंतिम थर फावड्यानी सारख्या प्रमाणात पसरावा आणि धुमसानी ठोकून त्याचे पूर्णपणे संदाबन करावे. संदाबन पूर्णपणे होण्यासाठी धुमस पुरेसे जड असावेत. संदाबन झाल्यानंतर पोलादाचा मुखवटा असलेल्या सरलपट्टीने अगर खुरचणीने आच्छादन–थराची योग्य प्रमाणात काटछाट करावी. थर एकसारखा करण्याचे काम झाल्यावर पुढील विभागात वर्णन केल्याप्रमाणे यंत्रचलित अगर हातरंध्याने त्यावर सफाई करावी. यांत्रिकी रंध्यामुळे अधिक बळकट, अधिक टिकाऊ, आच्छादन थर तयार होतो कारण त्यात आयतन–परिवर्तनाची कमी प्रवृत्ती असलेले घट्ट मिश्रण वापरता येते; यांत्रिकी रंध्याने भरड मिलाव्याची जास्त टक्केवारी असलेले मिश्रण संदाबित करता येते आणि त्यामुळे पृष्ठभागीय झीजेच्या प्रतिकारात वाढ होते; जास्त टिकाऊपणाचे हे कारण असते. हे उपकरण आपले काम जलद आणि प्रभावीपणे करते.

१६९ – सफाई.

अननुभवी कामगारांकडून फरशीची सफाई कधीही करून घेऊ नये. चांगल्या फलप्राप्तीकरिता ही कामगिरी चिकित्सक दृष्टीने करावी लागते व त्याकरिता कुशल कामगारांना उत्तम प्रकारचे प्रयत्न करावे लागतात. फरशीच्या पृष्ठभागाची सफाई करण्याकरिता सामान्यपणे दोन कार्ये करावी लागतात. पहिल्यात लाकडी रंध्याने हातसफाई करून अगर यंत्रचलित रंधा वापरून मेजपट्टी मारलेला अगर काटछाट केलेला पृष्ठभाग संदाबित आणि (खरबरित पोत येईल असा) सीधा करण्यात येतो आणि अंतिम संदाबन आणि (बराच तलम पोत येईल असे) पोलादी थापीने तो गुळगुळित करणे हे दुसरे कार्य असते. काटकसरीची अगर देखाव्याची बाब म्हणून खरबरीत पोत हवा असेल तर करणीकाम करू नये. सूक्ष्म, एकसारखे कण असलेली अगर " पत्रभंगाची " सफाई हलक्या हाताने थापी फिरवून प्राप्त करता येते व अति गुळगुळीत सफाई थापी " जोरजोराने " फिरवून साध्य होते.

(अ) रांधणे

परिस्थितीमुळे रंधाकाम जेव्हा न्याय्य ठरते तेव्हा प्राथमिक सफाई अगर रांधण स्पंदनाची साधने बसविलेल्या यंत्रचलित फिरत्या तबकड्यांनी करावे. माणूस उभा राहिला असताना काहीही खळगे न पडता त्याचे वजन सहन करील– सामान्यपणे खरडून काढल्यानंतर ३० मिनिटात – इतका पुरेसा एकसारखा केलेला आच्छादन थर कठीण झाला की यंत्रचलित रांधण चढउतार नाहीसे होईपर्यंत करून अथवा जर पृष्ठभाग थापीने सारखा करावयाचा असेल तर चुन्याचा थोडा अंश पृष्ठभागापाशी येईतोपर्यंत हे कार्य चालू ठेवण्यात येते. रंधलेला पृष्ठभाग सीधा आहे आणि उतार बिनचूक आहे हे पाहण्यासाठी सरलपट्टीने तपासणी करावी.

यंत्रचलित रांधण समर्थनीय ठरत नाही इतके फरशीचे क्षेत्र लहान असेल तेव्हा हातरंध्याचा वापर केला जातो. सीधा केलेला पृष्ठभाग संदाबित करण्यात येतो आणि लाकडी रंध्याने गुळगुळीत करून उंचसखल भाग नाहीसे झाले आहेत याची खात्री करण्याकरिता तो सरलपट्टीने तपासण्यात येतो. सीधा आणि गुळगुळीत पृष्ठभाग निर्माण होईल इतक्या कालापर्यंत रांधण चालू ठेवावे आणि जर थापीची सफाई हवी असेल तर थोडासा चुना वर येईल इतके रंधाकाम करावे.

प्रमाणापेक्षा जास्त रांधण केल्याने धूळ निर्माण होईल अगर जाळी पडेल अशी फरशी निर्माण होईल.

(आ) थापीकाम

रंधलेला आच्छादन-थर अतिरिक्त सूक्ष्मद्रव्य पृष्ठभागावर न येईल इतका कठीण होताच पोलादी थापीने सफाई करण्याचे काम सुरू करावे. हे काम करताना भारी दाब द्यावा लागतो व त्यामुळे सघन, गुळगुळीत व दोषरहित असा जलरुद्ध पृष्ठभाग तयार होतो.

अतिरिक्त आर्द्रतेचे अवशोषण होण्याकरिता अगर थापीकाम करण्यास सोपे जावे म्हणून सिमेंट अगर सिमेंट व वाळूचे मिश्रण शिपडण्यास बंदी करावी. अति लवकर अगर एकाच खेपेत अत्यधिक थापी काम केल्याने सफाईकाम कमकुवत व बिनटिकाऊ होते. जर अति कठीण व टिकाऊ सफाई हवी असेल तर फरशी जवळजवळ कठीण झाल्यानंतर दुसऱ्यांदा थापीकाम करावे.

यंत्रचलित थापीकामाची यंत्रे उपलब्ध आहेत. मोठाल्या फरशीच्या क्षेत्रावर ती उपयुक्त असतात.

अपघर्षित सफाई हवी असेल तर पृष्ठभागावर हलक्या हाताने थापी काम केले जाते. त्यावेळी थापीच्या खुणा नाहीशा करण्याचा प्रयत्न करण्यात येत नाही.

(इ) अपघर्षण

जेव्हा चांगल्या द्रव्याचा वापर करून बांधकाम योग्य प्रकारे केलेले असते तेव्हा फरशी धूलिरहित व सघन बनते. ती सहज स्वच्छ करता येते व ती आकर्षक दिसते. जेव्हा तिचे अपघर्षण करावे असे विनिर्देशित केलेले असते तेव्हा मिलाव्यातील कण हलणार नाहीत इतका पृष्ठभाग पुरेसा कठीण झाल्यावर ते काम चालू करावे व भरड मिलावा उघडा पडेपर्यंत चालू ठेवावे. मुक्तपणे व जलद कर्तन करु शकतील असे खडे बसविलेली व मान्य केलेल्या प्रकाराची यंत्रे वापरावीत. घासण्याचे काम चालू असताना फरशी ओली ठेवली जाते आणि घासलेले द्रव्य खरवडून काढून व पाण्याने प्रक्षालन करून काढून टाकले जाते. पृष्ठभाग घासून काढल्यानंतर वातछिद्रे, खळगे आणि इतर दोष ८० नंबरी कणाच्या कुरुंदाच्या गिट्टीचा एक भाग आणि पोर्टलंड सिमेंटचा एक भाग मिसळून बनविलेल्या गाऱ्याने भरून घेण्यांत येतात. फरशीवर हा गारा पसरण्यात येतो आणि सरलपट्टीने खळग्यात घुसविण्यात येतो. त्यानंतर अपघर्षण यंत्राने फरशीच्या आत तो घुसविण्यात येतो. ७ दिवसपर्यंत ही भरणी कठीण झाल्यावर पटल नाहीसे करण्याकरिता आणि सफाईला चकाकी येण्याकरिता फरशीवर अंतिम अपघर्षण करण्यात येते. नंतर सर्व जादा द्रव्य धुवून पूर्णपणे काढून टाकले जाते.

१७० – संरक्षण आणि मुरवण

फरशीच्या तयार पृष्ठभागाचे, बांधकामापासून व हवामानामुळे अगर अन्य कारणांनी होणाऱ्या खराबींपासून, पुरेसे संरक्षण करावे. मुरवण करताना काँक्रीटमधून आर्द्रता निघून न जावी म्हणून फरशी, हवाबंद डाग न पडणाऱ्या जलरुद्ध मुरवणाच्या कागदाच्या अगर प्लॅस्टिकच्या पटलाने, सामान्यतः पूर्णपणे झाकून टाकावी. पृष्ठभाग खराब होणार नाही असा झाल्यावर लवकरात लवकर त्यावर आवरण घालावे. कागदाच्या अगर प्लॅस्टिकच्या पटलाच्या कडांची घडी करून मोहोरबंदी करावी आणि विनिर्दिष्ट मुरवण कालावधीपेक्षा

कमी नाही इतक्या कालपर्यंत आवरण जागेवर राहू द्यावे. जलरुद्ध पटल घालण्यापूर्वी किंचित अगोदर जर हलका धुकेरी फवारा मारला तर मुरवण क्रियेत सुधारणा होईल.

डाग न पडणारी वाळू, कापूस अगर गोणपाटाच्या चटयांची आवरणे जर सतत आणि पूर्णपणे ओली ठेवली तर तीसुद्धा परिणामकारक होतात. फरशांच्या पृष्ठभागाचे मुरवण करण्याकरिता कधीकधी वापरण्यात येणारी अन्य साधने कागद अगर आर्द्र आवरणाइतकी समाधानकारक नसतात.

मुरवण कालात आवरण फाटण्याची अगर सफाईची खराबी होण्याची शक्यता असते. अशा कामी जर फरशीचा वापर करावयाचा असेल तर तिच्यावर एका गादीसारख्या योग्य द्रव्याचा थर घालून संरक्षण करावे.

थंड हवामानात काँक्रीटच्या फरशीच्या सफाईचे संरक्षण करणे विशेष महत्वाचे असते, कारण संबंधी छेद सामान्यतः पातळ असतात आणि कमी तपमानाचे परिणाम त्या मानाने तीव्र होतात. फरशीच्या वरची आणि खालची अशा दोन्ही जागा बंदिस्त कराव्यात आणि मुरवणाच्या संपूर्ण कालात त्यांचे योग्य तपमान राखावे. उष्णकांच्या निकटच्या जागी अतिशय शुष्कन होऊ नये म्हणून वाळूचा जाड थर घालून तो फरशीपासून विसंवाहित करावा.

१७१ – द्रवीय दृढीकारकाचे उपचार

ज्यात पहिल्या दर्जाचे द्रव्य वापरले आहे अशा चांगल्या प्रकारे संरचित केलेल्या काँक्रीटच्या फरशीचा पृष्ठभाग त्यावर काहीही विशेष उपचार न करता जवळ जवळ सर्व परिस्थितीत समाधानकारक काम देईल. कुठल्याही काँक्रीटच्या पृष्ठभागावर काही प्रमाणात धूळ निर्माण होते आणि विशिष्ठ रसायनाच्या द्रावणाचा योग्य उपचार केल्यास काही प्रमाणात फायदा होतो. ह्या रसायनात, मग्नेशियम आणि जस्ताची फ्ल्यूओ सिलिकेट्स सोडियम सिलिकेट, गोंद आणि मेणाचा समावेश होतो. आच्छादन स्तरातील रंध्रात जेव्हा ह्या संयुगाचा शिरकाव होतो तेव्हा त्याचे चिकट निक्षेप अगर स्फटिक बनतात आणि त्यामुळे फरशी कमी प्रमाणात सच्छिद्र होऊन आणि सुनम्य बंधक म्हणून कारणीभूत होऊन अगर पृष्ठभाग अधिक कठीण होऊन धुळीचे प्रमाण कमी होते.

अशा रसायनाचा उपयोग केल्याने उच्च दर्जाच्या काँक्रीटच्या पृष्ठभागाच्या झिजण्याच्या आणि अपघर्षणाच्या गुणधर्मावर फार थोडा परिणाम होतो. पृष्ठभागावर काठिण्यकाचा उपचार केल्यामुळे कमदर्जाच्या फरशीच्या झीज अगर अपघर्षण प्रतिरोधकतेत तात्पुरती सुधारणा होईल पण ती परिणामकारक राहण्याकरिता हे उपचार मधूनमधून पुन्हा केले पाहिजेत.

१७२ – निसरडी न होणारी सफाई

भरावाचे अगर अन्य पृष्ठभाग ज्याचा पोत, वाहतुक होत असताना निसरडा न होईल असा असावा लागतो त्याकरता कधी कधी अपघर्षक गिट्टी त्या पृष्ठभागात रंधाकाम करते

वेळी घालण्यात येते. दर चौं. फु. स $\frac{१}{४}$ ते $\frac{१}{२}$ पौंड या प्रमाणात ही गिट्टी पृष्ठभागावर सारख्या प्रमाणात शिपडण्यांत येते.

१७३ -- रंगीत सफाई

काँक्रीटची फरशी रंगविण्याकरिता खालील द्रव्ये मुख्यतः वापरण्यात येतात. (१) रंजक संमिश्रणे (२) रासायनिक अभिरंजके व (३) रंग कोरडचा सिमेंटमध्ये संमिश्रण करून आच्छादनाच्या थराच्या मिश्रणात ती अभिन्नतया घालण्यात येतात अगर तो थर पट्टीने एकसारखा केल्यावर लगेच त्यावर फुंकून पसरण्यात येतात.

जेथे झीज प्रतिरोधनास मुख्यत्वेकरून महत्व असते आणि जेथे फरशा बाहेर उघडया पडतात तेथे आच्छादन थराच्या मिश्रणात रंजक द्रव्ये अभिन्नपणे घालून त्याचा वापर करणे हे पृष्ठभागावर केलेल्या उपचारापेक्षा जास्त चांगले असते. रंजक संमिश्रणांच्यापैकी कृत्रिम खनिज रंजके तुलनेने अशुद्ध द्रव्यांच्यापेक्षा अधिक पसंत करण्यात येतात. त्यांच्या रंगतीव्रतेमुळे त्याची राशि कमी लागते आणि त्यात अत्याधिक निष्क्रिय सूक्ष्मकण नसल्या-मुळे काँक्रीटचा दर्जा वाढतो. ज्यावर फक्त हलक्या प्रकारचीच वाहतूक असते अशा आतल्या भागातील फरशीकरिता अभिन्न मिश्रणातून प्राप्त केलेले रंगित काँक्रीट किती खोल असावे ही आवश्यक बाब नसते आणि रंगोटी फुंकून केली तरी चालते. ह्या प्रकारचे रंगविण्याचे द्रव्य काळजीपूर्वक वापरल्याने $\frac{१}{३२}$ ते $\frac{१}{१६}$ इंच जाड रंगित थर प्राप्त करता येतो.

वापरण्यात येणाऱ्या रंजकाची राशि, हव्या असलेल्या रंगित थराच्या खोलीवरच फक्त नव्हे तर प्रत्यक्ष रंगावरही, अवलंबून असते व निवडलेल्या द्रव्याच्या प्रकाराचा विचार केला नाही तरी चालते. कामावर वापरण्यात येणाऱ्या काँक्रीटच्या द्रव्याच्या चाचणी-चौकटीवरुन नक्की राशि निश्चित करावी. कामाकरिता प्राप्त केलेल्या रंजक द्रव्याच्या स्थिर रंग आणि छटा यांची खात्री मिळवण्याकरिता त्याचे सांगोपांग संमिश्रण करावे. जेथे आच्छादन-मिश्रणात रंजक द्रव्याचे अभिन्न मिश्रण करावयाचे असते तेथे प्रत्येक वाटयाकरिता त्याचे बिनचुक वजन करावे आणि काँक्रीटच्या मिश्रकात मिसळण्यापूर्वी एका निराळ्या मिश्रकात त्याचे सिमेंट बरोबर पूर्णपणे संमिश्रण करावे. प्रत्येक रंजकित वाटयाचे संपूर्णतया मिश्रण होणे अगत्याचे असते. जर एकामागून एक येणारे वाटे सर्व प्रकारे एकसारखे नसले तर रंगनिर्मिती होणार नाही. सफाई आणि मुरवणाच्या क्रिया-पद्धती फरशीच्या क्षेत्रातील सर्व भागात एकसारख्या असणेही अगत्याचे असते.

रंगित पृष्ठभाग स्वच्छ व चकचकीत करावेत आणि पॅरॅफिन तेल आणि बेन्झाईन अगर नॅप्था यांच्या समविभागात केलेल्या मिश्रणाने घासून प्रस्फुटनाने पातळ पटल नाहीसे करावे. रंगित फरशी मेणाने घासल्याने तिच्यावर आकर्षक चमक येते, तिचे स्वरूप एक-सारखे दिसते आणि खरचटण्याने अगर डाग पडून होणारी खराबी कमी होते.

खालील रंजक द्रव्याची शिफारस करण्यात येते.

लाल आणि गुलाबी	लोखंडाचे लाल ऑक्साइड
पिवळे आणि पांढरट	लोखंडाचे पिवळे ऑक्साइड
पिंगट	लोखंडाचे पिंगट ऑक्साइड
काळे आणि करडे	लोखंडाचे काळे ऑक्साइड
हिरवे	९८ टक्के शुद्ध क्रोमियम ऑक्साइड
निळे	सल्फेटरहित ९८ टक्के शुद्ध कोबाल्टनील (अल्ट्रामरीनचा भरंवसा नसतो).

रंजक संमिश्रणे वापरण्याने अगर रंगवण्याने निर्माण झालेल्या " फिकट " रंगापेक्षा जेथे रंगसंगती आतल्या भागातील फरशीकरता विभिन्न असणे अधिक पसंत करण्यात येते व जेथे झीज न होण्यासाठी पृष्ठभागावर व्हार्निश अगर मेण लावावे लागते तेथे रासायनिक अभिरंजकाचा मुख्यत्वेकरून उपयोग करावा लागतो. स्वाम्य संयुगे निर्मात्यांच्या सूचनांचे काटेकोरपणे पालन करून वापरावीत.

फरशीवरील तीन शोभेच्या उपचारांपैकी रंगविणे हा सर्वात कमी इष्ट असा प्रकार आहे कारण वाहतुकीच्या शीघ्र व असमान होणाऱ्या झिजेमुळे वरचेवर पुन्हा रंग लावावा लागतो. जेव्हा कॉंक्रीटची फरशी रंगवावयाची असते तेव्हा पृष्ठभागाची तयारी करणे आणि रंगाच्या प्रकाराची निवड करणे आणि तो लावणे यांच्यासंबंधी ब्युरोच्या रंगासंबंधीच्या नियमपुस्तिकेतून माहिती घ्यावी.

१७४ – (टेरॅझो सफाई) कवडी कोबा

ब्यूरोच्या इमारतीच्यावरील फरशींवर कधीकधी कवडीकोबा केला जातो. हूवर, ग्रँडकूली, आणि मार्शल फोर्ड धरणाच्या विद्युत् संयंत्राच्या फरशीच्या कांही भागावर कवडी-कोबा करण्यात आला आहे.

संरचनेचा हा प्रकार उच्च प्रमाणात वैशिष्ठ्यपूर्ण असतो आणि अनुभवी कामगारा-कडूनच हे काम करुन घ्यावे लागते. ह्या कामातील संबंधित द्रव्ये आणि क्रिया–पद्धतीची माहिती संरचनांच्या विनिर्देशांत समाविष्ट केलेली आहे.

(ओ) वायुवीय पध्दतीने लावलेला चुना

१७५ – व्याख्या आणि वापर

वायुवीय पद्धतीने लावण्याचा पोर्टलंड सिमेंटचा चुना हे पोर्टलंड सिमेंट, वाळू आणि पाणी यांचे एक घनिष्ठ मिश्रण असते आणि संपीडित वायूच्या सहाय्याने ते जागेवर मारण्यात येते. जर हा चुना योग्य प्रकारे प्रमाणित केलेला, मिसळलेला, जागेवर पसरलेला आणि मुरवण केलेला असेल तर तो कठीण व खूप बळकट होतो. तो लावण्याच्या

उपकरणाचे निर्माते आपल्या उपकरणानी लावण्यात येणाऱ्या चुन्याना निरनिराळी पदसंज्ञात्मक नांवे देतात.

पृष्ठभागाचा आकार अगर कल काहीही असला तरी त्याचा विचार न करता निरनिराळ्या द्रव्यांच्या पृष्ठभागावर हा चुना सहज लावता येतो. इमारतीची दुरुस्ती करण्याकरिता आणि त्याना बळकटी आणण्याकरिता संरचना-पोलादावर, बांधकामावर आणि खडकावर व तुलनेने पातळ अशा निरनिराळ्या प्रकारच्या अस्तरांच्यावर संरक्षक लेप म्हणून तो लावण्यात येतो. ब्यूरोच्या कामावर बोगद्यांच्या संरचनात विशेष प्रकारच्या जमिनीवरील आधाराकरिता पोलादी नळ्यांवर लेप लावण्याकरता आणि कालव्याच्या अस्तराकरिता त्याचा वापर करण्यात आला आहे.

कॉंक्रीटवर वायुवीय पद्धतीने लावलेल्या लेपाच्या खराबीचे कारण ज्या पायावर लेप लावले होते त्यातील दोष हे असते आणि लेपातील कमकुवतपणा हे नव्हे. संरचन चिरा निर्माण होण्याची शक्यता असलेल्या भारी पायाची अशी खराबी चुन्याचा एक पातळ थर लावून रोखता येणार नाही मग त्याचा दर्जा कसाही असो. तसेच तपमान आणि आर्द्रतेतील फरकामुळे जेव्हा तलस्थित कॉंक्रीट आणि असला लेप यांच्यात आयतन परिवर्तन होते तेव्हा त्यांच्यातील बंध अशा लेपामुळे तुटणार नाही अशी अपेक्षाही करता येणार नाही.

१७६ – उपचार करावयाच्या पृष्ठभागाची पूर्वतयारी

चुन्याने झाकावयाच्या पृष्ठभागावरून सर्व सुटे द्रव्य आणि सर्व घाण, ग्रीज, तेल, खवले आणि इतर दोषकारी द्रव्ये काढून टाकून तो स्वच्छ करावा. जेव्हा प्रबलीकरण शिगा झाकावयाच्या असतात तेव्हा त्या विस्तारक बोल्ट अगर जागेवर दृढमूल केलेल्या गुट्यांनी घट्ट धरून ठेवाव्यात.

१७७ – वाळू

वायुवीय पद्धतीने लावावयाच्या चुन्यातील वाळू एकसारख्या प्रतीची असावी. तिच्यात कठीण कण असणे इष्ट असते. कारण निसारण–होजमधून जात असताना तिच्यातील नरम कण फुटतात आणि त्यांची सूक्ष्म भुकटी बनते व तिच्यामुळे सिमेंटचे बंधनमूल्य कमी होण्याचा संभव असतो. जशी होजची लांबी वाढते तसे अशा प्रकारच्या चूर्णनामध्येही वाढ होते. विनिर्देशाप्रमाणे कॉंक्रीटमधील वाळूच्या प्रतवारीच्या ज्या गरजा आहेत त्यांच्याशी जुळणाऱ्या ह्या वाळूच्या प्रतवारीच्या गरजाही असाव्या लागतात.

१७८ व्या विभागात ज्या उसळीची व्याख्या केली आहे ती उसळी कमी होते आणि ज्यात सूक्ष्म कण (५० व्या व १०० व्या नंबराच्या चाळण्यावर रहाणारे द्रव्य) जादा आहे आणि भरड द्रव्य (८ व्या आणि १६ व्या नंबरांच्या चाळणीवर राहणारे) कमी आहे अशी वाळू वापरून बराच गुळगुळीत पोत प्राप्त करता येतो. तथापि सूक्ष्मतर वाळूपासून बनविलेल्या चुन्यात पाणी घालावे लागते आणि त्याच प्रमाणात त्याच्या शुष्कन संकुचनात

वाढ होते, तसेच यंत्रात अडकून बसण्याकडे त्याची प्रवृत्ति बनते. जर वाळूमध्ये सूक्ष्मकणांची उणीव असेल तर डायटोमेशस मृत्तिका (वजनाने सिमेंटच्या ३ टक्क्यापेक्षा जास्त नाही) घातल्याने मिश्रणाच्या सुनम्यतेत सुधारणा होते आणि उसळीचे प्रमाण कमी होते.

उपकरणाचे काम क्षमतापूर्वक होण्याकरिता वाळूत ३ ते ५ टक्के आर्द्रता असावी. जर वाळू प्रमाणापेक्षा जास्त कोरडी असेल तर सारख्या प्रमाणात तिचे पोषण चालू ठेवण्यात अडचण येते आणि वाळू व सिमेंटमधील विलगनाच्या वाढत्या प्रवृतीमुळे उसळीतही वाढ होते. जर वाळू अतिशय ओली असेल तर उपकरण व निःसारण होज वरचेवर चोंदतील. आर्द्र वाळूचा वापर करण्याने स्थैतिक विद्युत् विसर्जनापासून होणारी कामगाराची अस्वस्थता टाळता येते.

१७८ – उसळी

आघाताच्या वेळी असणाऱ्या चुन्याच्या वेगामुळे ज्या पृष्ठभागावर चुना लावावयाचा त्या पृष्ठभागावरून त्या चुन्याचा बराचसा भाग उडी घेतो. ह्या द्रव्याला " उसळी " म्हणतात. जेव्हा उभ्या अगर झुकलेल्या पृष्ठभागावर चुना लावावयाचा असतो अगर त्याने कोपरे सारखे करावयाचे असतात तेव्हा उसळी सरासरी ३० टक्के असते. उतरत्या अगर जवळ जवळ समतल पृष्ठभागावर ती २० टक्क्याच्या जवळपास असते. तोटीतील वेगवृद्धीप्रमाणे उसळीच्या राशीत वाढ होते. सामान्य सघनतांच्या मर्यादेत जर अन्य बाबी त्याच असल्या तर उसळीची राशि जल सिमेंट गुणोत्तराच्या व्यस्त प्रमाणात असते. पाण्याची टक्केवारी जशी वाढते तसा चुना अधिक सुनम्य आणि चिकट होतो व त्याची पृष्ठभागाला चिकटण्याची प्रवृत्ति अधीक होते. सिमेंट चुन्याच्या मिश्रणात लागणाऱ्या वाळूच्या राशीचे मापाने ५० टक्क्यापर्यंत वाळूचे प्रतिस्थापन करण्याकरिता उसळीचा वापर करावा.

१७९ – अनुकूलतम मिश्रण

तोटीमधून बाहेर पडताना उसळीमध्ये चुन्यापेक्षा वाळूच्या भरड कणांची जास्त टक्केवारी आणि सिमेंटचा पुष्कळच कमी अंश असतो म्हणून मिश्रण केलेल्या द्रव्यातील सिमेंटचा अंश जागेवरच्या चुन्यात इष्ट असलेल्या अंशापेक्षा कमी असावा.

जरी जलांशात वाढ केल्यामुळे उसळीच्या राशीत घट होते तरीही जलांश मर्यादित ठेवला पाहिजे कारण चुना अतिशय ओला केला तर बांधकामावरील त्याच्या सुरवातीच्या जागेवर दलदल होण्यास तो कारणीभूत होतो. दलदल निर्माण होण्यास जे पाणी लागते त्यापेक्षा किंचित् कमी पाणी आणि इच्छित जलसिमेंट गुणोत्तरास लागेल इतकेच सिमेंट अनुकूलतम मिश्रणात असते. एका मोठ्या कामावर अनुकूलतम मिश्रणात (तोटीतून बाहेर पडत असताना) वजनाने १ : ४.५ हे प्रमाण होते. त्यामुळे जागेवर

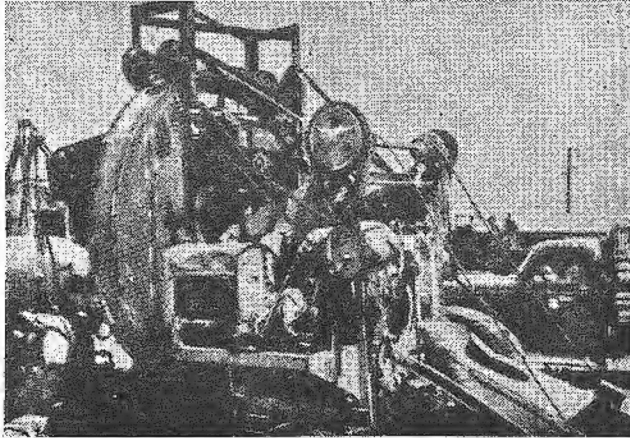
१ : ३.२ ते १ : ३.८ अशी प्रमाणे मिळाली. जागेवरील ताज्या चुन्याचे जल–सिमेंट गुणोत्तर उतरत्या पृष्ठभागाकरिता अंदाजे ०.५७ व झुलत्या पृष्ठभागाकरिता ०.५४ होते; दलदल निर्माण न होता वापरता येतील अशी ही अंदाजी कमाल गुणोत्तरे होती. सिमेंटच्या वजनाच्या ३ प्रतिशत् डायटोमेशस मृत्तिका, मिश्रण अधिक सुनम्य करण्याकरिता, त्यात मिसळण्यात आली.

१८० – मिश्रण करणे

वायवीय पद्धतीने टाकण्यात यावयाच्या चांगल्या दर्जाच्या चुन्यात वाळू आणि सिमेंटचे परिपूर्ण मिश्रण करणे आवश्यक असते. मिश्रकाच्या पात्यांच्यावर आणि त्याच्या कवचाच्या आंतल्या बाजूवर द्रव्याचे गोळे बनण्याची प्रवृत्ति असते आणि मिश्रण करण्याची त्याची क्षमता टिकून राहण्याकरिता तो वारंवार धुवावा लागतो. मिश्रण कालावधी १½ मिनिटाच्या-पेक्षा कमी असू नये. एका तासापेक्षा जास्त काल राहणारे मिश्रित द्रव्य टाकून द्यावे.

१८१ – उपकरण

वायवीय पद्धतीने चुना टाकण्याच्या यंत्राच्या प्रकारांपैकी एकात, एकावर एक अशा दोन संपीडन खोल्या असतात. वरच्या खोलीत चुना-सिमेंट मिश्रण घालण्यात येते व ती एकदा दाबयुक्त व एकदा दाबरहित होते. जेव्हा वरची खोली बंद होते व त्यातील दाब



आ. – १७९

ॲरिझोना येथील गिला प्रकल्पावर वापरलेला वायवीय पद्धतीने लावण्याच्या चुन्याचा मिश्रक आणि ढोल उच्चालक. PX – D 33516

खालच्या खोलीतील दाबाइतका होतो तेव्हा त्याना विलग करणारी झडप उघडली जाते. स्थिर दाब ठेवलेल्या खालच्या खोलीत द्रव्य पडते. खालच्या खोलीच्या तळाशी हवाई चलित्राने चालविलेल्या पोषक चक्राने निर्गम द्वाराकडे द्रव्य नेले जाते. तेथे हंसग्रीवेमधून आत सोडलेल्या हवेमुळे ते द्रव्य निर्गमद्वार व होजमधून तोटीकडे ढकलेले जाते. तोटीपाशी ते जल–कडयात शिरते आणि वाळू व सिमेंटच्या मिश्रणाच्या प्रवाहात अरीय दिशेने शिंपडले जाते.

यंत्राच्या दुसऱ्या प्रकारात स्क्रूच्या सहाय्याने द्रव्याच्या होजकडे वाळू आणि सिमेंटच्या मिश्रणाचा पुरवठा केला जातो. हवेच्या सहाय्याने सुके मिश्रण होजमधून तोटीकडे जोराने ढकलले जाते व तेथे मागील परिच्छेदात वर्णन केल्याप्रमाणे पाणी मिसळले जाते.

उच्चालकांचा अगर वाहकांचा आणि गुरुत्व वाहनांचा उपयोग केल्याने वायवीय यंत्रणेच्या उठावात वाढ होते आणि उपकरणाच्या वाढलेल्या क्षमतेमुळे निर्मितीच्या दर्जात भरीव वाढ होते. आ. १७९ मध्ये दाखविलेली चलयंत्रणा अशा संचाचे एक उदाहरण आहे.

१८२ -- (चुना जागेवर) टाकणे आणि मुरवणे

चुन्याचा वायवीय पद्धतीने योग्य प्रकारे वापर करण्याकरिता ज्यावर लेप द्यावयाचा त्या पृष्ठभागाशी अभिलंब आणि सुमारे ३ फूट वर आ. १८० त दाखविल्याप्रमाणे तोटी ठेवावी. तोटीतून बाहेर पडणाऱ्या द्रव्याचा अत्यंत अनुकूल वेग तोटीच्या आकारावर अवलंबून असतो. १$\frac{3}{4}$ इंची तोटीकरिता वेगमापकाने निर्धारित केलेला वेग द. से. स ४०० ते ६०० फूट इतका बदलता असतो आणि तो सरासरी सुमारे ४७५ फूट असतो. कोपरे सारखे करताना अगर संकुचित जागी कमी वेग (म्हणून कमी दाब) ठेवणे जास्त संतोषजनक असते.

तोटीपाशी द्रव्ये पूर्णपणे भिजून गेली असल्याची खात्री राहण्याकरिता आणि तोटी–कामगाराला अधिक जलद व प्रभावी नियंत्रण ठेवता यावे म्हणून जलदाब वायुदाबापेक्षा जास्त असणे आवश्यक असते. कमाल, किमान व सरासरी हवादाब, जलदाब आणि होजची लांबी या पुढील कोष्टकात दिल्या आहेत.

	कमाल	किमान	सरासरी
वायुदाब – द. चौ. इं. स पौंड	७०	३५	५०
जलदाब – द. चौ. इं. स पौंड	१३०	५०	७०
होजची लांबी–रैखिक फूट	३५०	५०	२००



आ. १८०

कालव्याच्या अस्तराकरिता वायवीय पद्धतीने लावण्याच्या चुन्याचा वापर.
PX – D – 33517

जेव्हा १ इंच अगर जास्त जाडीचे लेप उभ्या अगर झुकणाऱ्या पृष्ठभागावर लावावयाचे असतात तेव्हा ताज्या टाकलेल्या द्रव्यात दलदल होऊ नये म्हणून $\frac{3}{4}$ इंचापेक्षा जास्त जाडी नसलेल्या २ अगर अधिक थरात चुना लावावा. समतल अगर अल्प उताराच्या पृष्ठभागावर एकाच थराची जाडी १ इंचापासुन कमाल ३$\frac{1}{2}$ इंचापर्यंत बदलती असली तरी चालते. जेव्हा एकापेक्षा अधिक थर घालावयाचे असतात तेव्हा दोन थरांच्या लावणीमध्ये दलदल होऊ नये म्हणून ३० मिनिटांपासून १ तासापर्यंत विलंब सामान्यपणे पुरेसा असतो. आधी टाकलेल्या चुन्याचा थर पूर्णपणे पक्व होण्याच्या अगोदर हे थर पसरावेत, कारण पूर्वीच्या थराच्या पृष्ठभागावर चकचकीत आवरण तयार होते. वरून टाकलेल्या आणि खालून वर सुरू केलेल्या तयार आसनव्यवस्थेत दृश्य असा फरक नसतो. थर द्यावयाचा पृष्ठभाग उसळीपासून मुक्त असणे आवश्यक असते.

वायवीय पद्धतीने लावण्याचा चुना पसरण्यास सामान्यपणे ३ माणसे लागतात. तोटीवाला, यंत्रचालक आणि उसळी दूर करणारा, अशा लेप देणाऱ्या कामगारांच्या कुशलतेवर बऱ्याच प्रमाणात लेपाचा दर्जा अवलंबून असल्याने फक्त अनुभवी कामगारांचीच (या कामावर) नेमणूक करावी. तोटीवरील माणूस चुना ओळीत आणि प्रमाणात टाकतो, तोटीपाशी अचुक पाण्याची राशि घालतो व आपल्या कामापासून उसळी दूर राहील अशा तऱ्हेने व्यवस्थितपणे चुना पसरतो आणि तोटी योग्य स्थानावर धरून उसळीचे प्रमाण कमीत कमी करतो. यंत्रचालक हवेच्या आणि पाण्याच्या दाबाचे व द्रव्याच्या पोषणाच्या प्रमाणाचे असे नियंत्रण करतो की त्यामुळे एकसारखा आणि योग्य

वेग असलेला प्रवाह तोटीपाशी निर्माण होतो. ह्यामुळे तोटीवरील माणसास चांगल्या दर्जाचा लेप घालणे शक्य होते.उसळीवरील माणूस उसळी दूर सारतो त्यामुळे चुन्याच्या लेपात तिचा अंतर्भाव होत नाही; तसेच एका स्थानावरून दुसऱ्या स्थानावर आपला होज हलविण्यास तोटीवाल्यास मदत मिळते.

जेव्हा वाऱ्यामुळे तोटीपासून तुषार दूर फेकले जातात आणि संघनतेवर योग्य नियंत्रण ठेवता येत नाही तेव्हा कार्यवाही तात्पुरती बंद ठेवावी.

वायवीय पद्धतीने लावलेल्या चुन्यात त्या लावण्याच्या पद्धतीमुळे काही विशिष्ठ गुण असतो हा काहींचा समज चुकीचा आहे. तशाच मिश्रणाच्या आणि जल–सिमेंट गुणोत्तराच्या अन्य चुन्याची घनता आणि इतर गुणधर्माहून ह्या चुन्याची घनता व गुणधर्म भिन्न अगर श्रेष्ठ नसतात. अन्य चुना अगर काँक्रीटच्या प्रमाणेच त्यातील गुणधर्मांची हानी न होता हा चुना एकसारखा करता येतो व त्यावर थापीकाम करता येते. तथापि संरचनात्मक कामाच्या दुरुस्तीतल्याप्रमाणे जेथे तलस्थित द्रव्यांच्याशी त्याचा बंध संपादन करणे महत्वाचे असते तेथे वायवीय पद्धतीने लावलेला चुना अत्यंत काळजी-पूर्वक सारखा करावा व थापीकाम करावे. जेथे मातीच्या अधस्तरावरील कालव्याच्या अगर जलाशयाच्या अस्तराकरिता हा चुना वापरण्यात येतो तेथे सफाईची ही विशेष काळजी घ्यावयाचे कारण नाही.

ब्यूरोच्या विनिर्देशात अशी तरतूद केलेली असते की वायवीय पद्धतीने लावलेल्या चुन्याचे मुरवण पाण्याने अगर मोहोरबंदी संयुगाचा वापर करून १४ दिवसपर्यंत करावे. त्याच पाण्याने मुरवण करावयाचे असताना जर कालव्यातल्याप्रमाणे चुना आप्लवित होत नसेल तर त्याचे सूर्याच्या प्रत्यक्ष किरणांपासून पहिले ३ दिवस संरक्षण करावे. चुन्याच्या लेपाच्या पुऱ्या झालेल्या क्षेत्रातील बरेचसे क्षेत्र उसळीने लेपाच्छादित होते. कालव्याच्या अस्तरात वायवीय पद्धतीने लावलेल्या चुन्यासारख्या काही लागवणीत उसळीचा लेप जागेवर राहू देणे फायदेशीर होते कारण पाणी साठवून ठेवण्याची त्यात क्षमता असते आणि त्यामुळे जलमुरवणाच्या प्रभावीपणात वाढ होते. जेथे पटलमुरवणाचा वापर करण्यात येतो आणि उसळी नाहीशी केलेली नसते तेथे खरबरीत सच्छिद्र पृष्ठभागाची परिणामकारक मोहोरबंदी होण्याकरता मोहोरबंदी संमिश्रण अतिशय जास्त प्रमाणात वापरण्याची आवश्यकता असते. वायवीय पद्धतीने लावलेले कालव्याचे अस्तर झाडून साफ करावे अगर मोहोरबंदी करता येईल असा पृष्ठभाग होण्याकरिता त्यावर थापीकाम करावे. हा उपचार करूनसुद्धा अखंड पटल प्राप्त करण्याकरिता लागणाऱ्या व्याप्तीच्या मात्रा अल्प असतात. पोलादी नळांना लावलेल्या चुन्याच्या लेपावरील उसळी, जेथे पटल मुरवण करावयाचे असते तेथे, झाडून साफ करावी. कामाची जसजशी प्रगती होत जाते तसतसे आणि उसळी अति कठीण होण्यापूर्वी हे कार्य करावे.

पोलादी नळांवरील चुन्याचा लेप अगदी पातळ असल्याने ह्या लेपाचे चांगले मुरवण करण्यास विशेष महत्व असते. वि. १८६ ते १८९ मध्ये व वि. १२५ मध्ये शिफारसित क्रियापद्धतींची चर्चा केली आहे.

फळ्यावर चढविलेल्या ½ इंची जाळीच्या हार्डवेअर कापडाच्या नळकांड्याच्या आकाराच्या पिंजऱ्यावर चुना उदग्र दिशेने जोरात मारून (६ × १२ इंची) चाचणी नळकांडी तयार करता येतात. नमुन्यावर चुना मारण्याचे काम संपताच लगेच फर्म्याच्या बाहेरील चुना काढून टाकावा म्हणजे चाचणी करण्यापूर्वी तारेची जाळी अलग करता येते.

(औ) – गाराभराईचा चुना

१८३ – उपयोग आणि आवश्यक गुणधर्म

पुढील चर्चेत वापरण्यात आलेल्या " गाराभराईचा चुना " ह्या संज्ञेचा, पूर्वनिर्मित नळाच्या जोडाच्या मोहोरबंदीत वापरण्यासाठी, पायावर यंत्रे आणि संरचनीय पोलादी घटक बसविण्यासाठी, छपराच्या झापाच्या कंगण्या भरण्यासाठी इत्यादी कामाकरिता वापरण्यात येणाऱ्या विशेष प्रकारच्या वाळू–सिमेंटच्या चुन्याशी, संबंध आहे. संकुचन जोड आणि खडकाळ पायाकरिता निव्वळ सिमेंट गारा आणि बोगद्याच्या अस्तराच्या पाठीमागच्या पोकळ्यांच्या दाबयुक्त भरणीकरिता वाळू–सिमेंट गारा यांचा ह्या चर्चेच्या क्षेत्रात समावेश केलेला नाही.

गाराभराईचा चुना, गाराभराई करण्यात येणाऱ्या जागेत, सहजरीत्या आणि पूर्णपणे भरला गेला पाहिजे आणि शक्यतो त्याचे वस्तुमान तसेच राहिले पाहिजे. सामान्य सुनम्य आणि तरल चुने ह्या संदर्भात असमाधानकारक ठरतात कारण त्यांच्या सघन घटकांत अवस्थापनाची अंतर्निहित प्रवृत्ती असते आणि त्यामुळे पृष्ठभागाच्या माथ्यावर पाण्याचा थर जमतो. जर दृढीभूत चुना शुष्क झाला तर त्यावेळी त्याचे संकुचन होते हे त्याचे दुसरे पण कमी आक्षेपार्ह वैशिष्ठ्य असते. विशेष प्रकारच्या अंतर्वस्तू वापरून अगर उपचार करून अवस्थापनाचा जवळजवळ निरास करता येतो पण घट्ट चुना वापरून ठराविक मिश्रणातील शुष्कन संकुचनच फक्त कमी करता येते. सुदैवाने सामान्यपणे वापरण्यात येणाऱ्या गारा–छेदांचे शुष्कन संकुचन इतके अल्प असते की त्याच्याकडे दुर्लक्ष केले तरी चालते.

एखाद्या दिलेल्या मिश्रणाच्या अवस्थापनाच्या राशीवर परिणाम करणारे घटक (अ) मिश्रणाची संघनता, जी आपल्या परीने स्वतःच्या एकक जलांशावर अवलंबून असते ती, (आ) वाळूची प्रतवारी, (इ) सिमेंटची सूक्ष्मता, (ई) टाकण्याच्या आणि प्रारंभिक पक्वतेच्या दरम्यान व्यतीत होणारा काल आणि (उ) सतत अगर अधूनमधून मिश्रण करून चुना सुनम्य अवस्थेत राखण्याचे तो टाकण्याच्या आधीचे कालांतर, हे असतात. लहान जागा भरून काढण्याकरिता सहज वाहू शकतील परंतु ज्यांचे अवस्थापन क्षुल्लक प्रमाणात होईल इतक्या पातळ असणाऱ्या चुन्यांचे वर्णन केले आहे.

१८४ – पक्व न होणाऱ्या चुन्यांचे प्रकार

सामान्यतः सर्वसाधारण चुन्यात एखादा विशेष घटक घालून अगर विशिष्ट प्रकारचे सिमेंट वापरून त्याचे मिश्रण लांबवून अगर त्यात विलंब करून पक्व न होणारा चुना तयार करण्यात येतो. सर्व उदाहरणांत वाळूतील द्रव्य अधिमानतः अदमासे २५ प्रतिशत् ५० नंबरच्या चाळणीतून जाणारे असावे. समाधानकारकपणे टाकता येईल असे होण्यास चुन्यात जो ओलावा लागतो त्यापेक्षा जास्त ओलावा नसावा.

(अ) **लांबवून अगर विलंबन करून केलेले मिश्रण** – टाकण्याचा काल व प्रारंभिक पक्वता यातील कालावधी मिश्रणकाल वाढवून अगर अंतिम मिश्रणात विलंबन करून कमी करण्याने अवस्थापनात भरीव घट होते. ०.५० जलसिमेंट गुणोत्तर आणि मिश्रकात १० मिनिटे मिश्रण केल्यानंतर अगर फावड्याने चुनापेटीत एक तास मिश्रण केल्यानंतर ६ इंच अवपाताच्या मिश्रणाचा वापर ब्यूरोने खडकात वेधन केलेल्या छिद्रातील प्रबलीकरण शिगांची गाराभराई करण्याकरिता केला होता. " पूर्व मिश्रण " ह्या नांवाची ही पद्धत ऑरेगॉन संस्थानच्या राजमार्ग खात्यानेसुद्धा विघटन झालेल्या काँक्रीटच्या लहानसान दुरुस्त्या करण्याकरिता अनेक वर्षे यशस्वीपणे वापरली होती. दीर्घकालीन मिश्रणामुळे होणे शक्य असलेली अवस्थापनाती अपेक्षित घट सा. २८ मध्ये दाखविली आहे.

सा. २८ – गाराभराईच्या चुन्यांच्या दीर्घकालीन मिश्रणाचा परिणाम

मिश्रण सिमेंट-वाळू	वजनाने ज./सि.	मिश्रण-काल मिनिटे	अवपात इंच	२४ तासांतील एकक अवस्थापन	मिश्रण-काल मिनिटे	अवपात इंच	२४ तासांतील एकक अवस्थापन
१:१	०.४०	१५	१०$\frac{३}{४}$	०·००११	१०५	९$\frac{१}{२}$	०·०००५
१:२	०·५०	१५	१०	०·००३७	१३५	९$\frac{१}{२}$	०·०००५
१:३	०·६५	१५	९$\frac{३}{४}$	०·००७३	१५०	९$\frac{१}{२}$	०·०००५

ब्यूरोच्या विनिर्देशनातील प्रकार I चे पोर्टलंड सिमेंट आणि काँक्रीटची वाळू वापरली होती. वाळूचा सूक्ष्मता–गुणांक २.६७ होता. अवस्थापनाचे प्रत्येक मूल्य प्रयोगशाळेच्या हवामानात २४ तासपर्यंत ठेवलेल्या ३ नमुन्यांची सरासरी दाखविते. ४ तास मिश्रण केल्यानंतर १ : १ मिश्रणाचा अवपात १ इंच होता.

(आ) **अल्युमिनमच्या भुकटीची भर**– काँक्रीटमध्ये अल्युमिनमच्या भुकटीची भर घातल्याने सिमेंटमधील क्षारीय घटकाशी तिची रासायनिक प्रक्रिया होते आणि हायड्रोजन वायू निर्माण होतो. वायुनिर्मितीमुळे होणाऱ्या चुन्याच्या विस्तरणामुळे त्याला बंदिस्त करणाऱ्या जागेत तो गच्च बसतो, म्हणून जेथे गच्च गाराभराईची गरज असते तेथे असा चुना उपयोगी पडतो. दळलेल्या अल्युमिनमच्या भुकटीत स्टरेट्स, पामिटेट्ससारखी चमक

देणारी द्रव्ये व वसीय अम्ले असू नयेत आणि इच्छित विस्तरण निर्माण करील अशी कोणत्याही प्रकारची भुकटी असावी.

अल्युमिनमचे काही प्रकार अपेक्षेप्रमाणे प्रक्रियाशील नसतात; परिणामत: कामावर वापरण्यापूर्वी लागणारी राशी आणि परिणामकारकता ठरविण्याकरिता त्या द्रव्यावर चांचण्या कराव्यात. अत्यंत अल्प प्रमाणात ही द्रव्ये लागतात. प्रयोग शाळेतील चाचण्यांवरून असे दिग्दर्शित झाले आहे की यंत्राच्या पायाखाली वापरण्यास योग्य असा चुना, जल-सिमेंट गुणोत्तर ०·५० असलेल्या १ : १·५ प्रमाणाच्या चुन्याच्या मिश्रणात वापरलेल्या सिमेंटच्या वजनाच्या ५० ते ६० दशलक्षांशाइतकी (सिमेंटच्या दर पोत्यास एक चहाचा चमचा) अल्युमिनमच्या भुकटीची राशी घालून तयार करता येतो. चांगल्या प्रतवारीची वाळू असलेल्या अशा मिश्रणाचा अवपात सुमारे ११ इंच येईल. १ इंच अवपाताचे १ : २ प्रमाण असलेले अल्युमिनम व सिमेंटचे तेच प्रमाण असलेले मिश्रण छपराच्या झापाच्या कंगण्या भरण्यास समाधानकारक असते.

शास्ता धरणावरील विद्युत् संयंत्रातील अवधारक नळाच्या आधाराखाली असंकुचित चुना घातला होता. एक भाग सुधारित सिमेंट व दोन भाग वाळूच्या मिश्रणाचा हा चुना होता व त्यातील जल-सिमेंट गुणोत्तर ०.५५ होते. सिमेंटच्या वजनाच्या ०·००५ प्रतिशत् अल्युमिनमची भुकटी वापरली होती.

प्रत्येक बाट्याकरिता वापरावयाची मात्रा काळजीपूर्वक ठरविणे आणि तिचे वजन करणे महत्वाचे असते. १ भाग अल्युमिनमची भुकटी व ५० भाग सिमेंट अगर पोंझोलान वजन करून त्यांचे प्रथमत: संमिश्रण करावे. नंतर हे संमिश्रण बाट्यावर शिंपडून मिश्रणात घालावे. संमिश्रित द्रव्याची मात्रा, वापरावयाच्या सिमेंटची राशि आणि रासायनिक बनावट, टाकण्याच्या वेळचे तपमान, व अल्युमिनमचे संमिश्रण गाऱ्यात, वाळू सिमेंटच्या चुन्यात अगर कॉंक्रीट यापैकी कशात वापरले आहे यावर, नियंत्रित केली जाते. प्रभावी विस्तरण प्राप्त करण्यासाठी जरुरीप्रमाणे किती राशी वापरावयाची हे समायोजित करण्यात यावे. अंतर्भूत असलेल्या विशिष्ठ कामाकरिता संमिश्रित द्रव्याची योग्य राशि ठरविण्यास मदत व्हावी म्हणून प्राथमिक चांचणी मिश्रणांच्या करता खालील मात्रा सुचविल्या आहेत.

कॉंक्रीट अगर गारा	संमिश्रित अल्युमिनमची भुकटी सिमेंटच्या दर पोत्यास औंस		
	टाकण्याच्या वेळचे तपमान ७०°F		टाकण्याच्या वेळचे तपमान-४०°F
कॉंक्रीट	६·५	ते	१०·०
वाळू सिमेंटचा गारा	५·५	ते	८·५
निव्वळ सिमेंटचा गारा	४·५	ते	७·५

पाणी घालण्यापूर्वी सिमेंट आणि वाळूबरोबर मिश्रण संपूर्णपणे संमिश्रित करणे उचित असते कारण अल्युमिनमच्या भुकटीची पाण्यावर तरंगण्याकडे प्रवृत्ति असते. तयार केलेला चुना ताजा असतानाच टाकता येईल इतके वाटे लहान असावेत कारण मिश्रण केल्यानंतर अदमासे ४५ मिनिटांनी अल्युमिनमची क्रिया अतिशय कमजोर होते. सर्व अंतर्वस्तू घातल्यानंतर वाटद्याचे ३ मिनिटेपर्यंत मिश्रण करावे.

(इ) विशिष्ट प्रकारच्या सिमेंटचा वापर

गाराभराईकरता उपयुक्त असलेल्या तरल संघनतेच्या १:१ चुन्यातील विशिष्ठ उच्च सिलिका–सिमेंटमुळे मिश्रणकाल फक्त थोडया मिनिटाचा असतानासुद्धा सामान्यपणे घडणाऱ्या बऱ्याचशा अवस्थापनाचा निरास होतो. जेथे हा गुणधर्म असलेले उच्च सिलिका सिमेंट सहज उपलब्ध असते तेथे त्यामुळे संकुचन न होणारा गाराभराईचा चुना तयार करण्याकरता कमी खर्चाची इष्टकर साधने प्राप्त होतात. (अशा सिमेंटमध्ये अल्प उष्णता निर्मितीचाही गुण असल्याने पत्रलतांचे आवरण आणि पंपाच्या भांडयाभोवती टाकण्याच्या काँक्रीटमध्ये त्याचा वापर करणे फायद्याचे असते). चुन्यात वापरण्याकरिता सुचविलेल्या द्रव्यांपासून इष्ट परिणाम होतील याची खात्री करून घेण्याकरिता आगाऊ चाचण्या कराव्यात.

१८५ – यंत्रांच्या बैठकींच्या गाराभराईची क्रियापद्धति

बैठकीत यंत्र घट्ट बसवण्याकरिता सिमेंटच्या कठीण झालेल्या चुन्याचा प्रभावीपणा ते द्रव्य टाकण्याकरिता वापरलेल्या क्रियापद्धतीवर बऱ्याच प्रमाणात अवलंबून असतो. व्यावहारिक भाषेत बोलावयाचे झाल्यास गारा अगर चुना हे एक सुनम्य द्रव्य असते व ते पाया आणि यंत्राच्या भागाच्या दरम्यान घातले जाते व त्यावर त्या यंत्रास काम करावयाचे असते. चुना घालण्याच्या पद्धतीत फरक असू शकेल परंतु ते क्षेत्र पूर्णपणे भरले गेले आहे आणि बैठक व यंत्राच्या निकट संपर्कात चुना राहील अशी खात्री मिळण्याकरिता कांही मूलभूत उपाय योजावे लागतात.

यंत्रे बसविण्याच्या आधी पायाची पूर्व तयारी पुरी करावी. काँक्रीटचा पायथा गाराभराई चालू करण्यापूर्वी संपूर्णतया स्वच्छ आणि ओला करणे महत्वाचे असते. वायवीय अगर विजेवर चालणाऱ्या बुलटोक असलेल्या छिलण्याच्या हातोडीने अगर फावड्याच्या टोकाच्या छिन्नीने अथवा वायू अगर विद्युत् उपकरणे उपलब्ध नसतील तर हाताने काम करण्याची बुशहातोडी वापरून पृष्ठभागाची पूर्वतयारी पुरी करावी. तेलावर अगर ग्रीजवर कॉस्टिक द्रावण लावावे आणि पुरेशा खोलीपर्यंत ते पूर्णपणे धुवून अगर छिलून नाहीसे करावे.

यंत्राची बैठक अगर तल–पट्ट जागेवर बसविण्यापूर्वी त्यावरील गंज, मिलपापुद्रे, रंग, तेल अगर ग्रीज काढून स्वच्छ करावेत. जेव्हा तल–पट्ट वापरण्यात येतो आणि तल–पट्ट

व यंत्राच्या बैठकीच्या दरम्यान अंतिम रेखानिधारणापूर्वी वंगण घालावे लागते तेव्हा पॅराफिनचा अगर ग्रॅफाइटच्या चुऱ्याचा हलका लेप अगर खास प्रकारचे अन्य वंगण वापरावे. पायातील बोल्ट आणि यंत्राच्या भागाच्या भोवतील आणि खालील गारा प्रवाहित होण्यास सुविधा मिळावी म्हणून धातूचे पृष्ठभाग गाराभराई करण्यापूर्वी ओले करावे.

बैठकीच्या भोवतालचे फर्मे १½ इंचापेक्षा कमी जाडी नसलेल्या लाकडाचे बनवावेत आणि गाराभराईचे काम चालू असताना ते कमीत कमी वाकावेत वा घसरावेत म्हणून ताण लावावेत. गाराभराईचे काम चालू असताना गाराभराईचे क्षेत्र गाऱ्याने भरुन जाण्याची खात्री असावी म्हणून दाबाखाली गाराभराई करावी. (१) विभाग १८४ (आ) मध्ये चर्चा केल्याप्रमाणे अल्युमिनमच्या भुकटीसारखे विस्तरण द्रव्य वापरुन अगर (२) यंत्राच्या बैठकीच्या अगर तलपट्टाच्यावर किमान ६ इंचाइका फर्म्याच्या भागाचा विस्तार करुन स्थिर शीर्षदाबाची तरतूद करून हे साध्य करावे. जेथे धातूचे भाग आणि गारा यांच्यामध्ये बंध नको असेल तेथे धातूच्या भागांना ग्रॅफाइटचा चुरा अगर पॅराफिन लावावे.

गारामिश्रणाचे प्रमाणीकरण करताना प्रमाणापेक्षा जास्त पाण्याचा वापर टाळावा. संकुचन कमी करण्यास आणि शक्तिविकास करण्यासही कमी जल-सिमेंट गुणोत्तराची मदत होईल. ०.५० पेक्षा जल-सिमेंट गुणोत्तर कधीही जास्त असू नये. अंदाजे ४ ते ५ इंच अवपाताचे १ भाग सिमेंट आणि २ भाग वाळूचे प्रमाण असलेले मिश्रण हलक्या भाराची यंत्रे बसविण्याकरिता वापरावे. भारी वजनाकरिता १ भाग सिमेंट व १½ भाग वाळू आणि ३ इंचापेक्षा जास्त अवपात नसणारे मिश्रण असावे. गाऱ्याच्या अधिक प्रवाह्यतेची जेव्हा गरज असते तेव्हा जलांश वाढवण्यास हरकत नाही. मात्र जल-सिमेंट गुणोत्तर ०.५० अगर त्यापेक्षा कमी राहिले पाहिजे. गाऱ्याचे उदग्र क्षेत्र जेव्हा ३ इंचा-पेक्षा जास्त असते तेव्हा १½ इंच आकारापर्यंतचा ३½ भाग स्वच्छ भरड मिलावा (मिश्रणात) घालता येतो.

जागेवर ३० मिनिटे गाराभराईचा चुना पक्व होऊ दिल्यानंतर दंडा फिरवून अतिरिक्त वायू आणि पाण्याचा निरास करता येतो. यंत्राच्या खाली कांही लांबीची साखळी अगर पोलादी चक्रपट्टी आधी ठेवून आणि आणखी गाराभराई करत असताना ती घट्ट धरली जावी आणि मागेपुढे ओढता यावी म्हणून फर्म्यातून ती लांबवून हे साध्य करता येते.

(अं) पोलादी नळाचे चुन्याचे अस्तर आणि लेप

१८६ – व्याख्या आणि उपयोग

पोलादी नळ्यांचे गंजापासून संरक्षण करण्याकरिता वापरात येणारा सिमेंटचा चुना हा मूलतः पोर्टलंड सिमेंट, वाळू आणि पाण्याचे मिश्रण असते. सामान्यपणे ह्या कारणाकरिता वापरण्यात येणाऱ्या चुन्यात याशिवाय पोझोलान अगर नैसर्गिक सिमेंट असते. सामान्यपणे ब्यूरोच्या संरचनात आतल्या अस्तरांच्याकरता ५⁄१६ ते ½ इंचापर्यंत जाडीचा चुना आणि

$\frac{१}{२}$ ते $\frac{३}{४}$ इंच जाड चुना बाहेरच्या थरांच्याकरिता लावण्यात येतो. अन्य वापरणाऱ्यांना भिन्न जाडी ठेवावी लागणे शक्य असते. जसजसे पोर्टलंड सिमेंटचे जलवियोजन होते तसतसे कॅल्शियम हायड्रॉक्साइड मुक्त होते व ते समाक्षारीय यौगिक असल्याने गंजण्याची क्रिया दाबून टाकते, ह्या वस्तुस्थितीमुळे लेपात गंज कमी करण्याची क्षमता प्राप्त होते म्हणून जरी लेप संपृक्त झाला तरी त्यामुळे फारच थोडा फरक पडतो. बारीक चिरा पडल्या तरी चालू शकते.

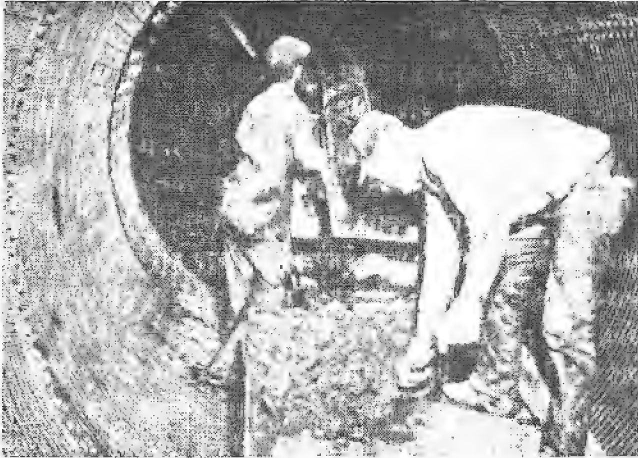
वायवीय पद्धतीने टाकून निःस्त्रावण करून ब्रशाने अगर समतुल्य फल देणाऱ्या अन्य पद्धती वापरून सिमेंटचा चुना लावावा. अपकेंद्रीय पद्धतीने चुन्याची अस्तरे सर्वसाधारणपणे लावण्यात येतात. तसेच पुनर्वासनाच्या कामात ४ इंच व्यासाच्या पाण्याच्या नळ्यांना विशेष प्रकारच्या नळ्या स्वच्छ करण्याच्या आणि चुना लावण्याच्या यंत्रांनी जागेवर चुन्याची अस्तरे लावण्यात आली आहेत. जी नळी पाण्याने सतत भरलेली असते अशा नळीला सिमेंट चुन्याची अस्तरे उत्तम प्रकारे लावता येतात; अनावृत्त पोलादी सायफनांच्या जागांवर जेथे अस्तर सुकून जाते तेथे त्यांचा चांगला उपयोग होत नाही. ब्यूरोने कधी कधी पुरलेल्या पोलादी नळ्यांवर बाहेरील लेप म्हणून वायवीय पद्धतीने टाकलेला पोलादी प्रबलित चुना वापरला आहे. अगदी अलिकडे पोलादी नळीच्या आंतल्या पृष्ठभागावर लावण्याकरिता म्हणून सिमेंटच्या चुन्याचा उपयोग व्यापक प्रमाणात करण्यात येत आहे.

१८७ – जागेवर घालण्यात येणारी चुन्याची अस्तरे

जुन्या खपल्या पडलेल्या गुलिकायुक्त जलवाहक नळ्यांचे आतल्या बाजूचे गंज थांबविण्याकरिता आणि त्यांची वाहकशक्ति वाढावी म्हणून पुनर्वासन करण्याकरिता चुन्याची अस्तरे जाग्यावर लावण्याची पद्धती पुष्कळ वेळा वापरण्यात येते. पोलादातील दृष्टीस न पडलेल्या लहान छिद्रांची जाड ताठर अस्तराने मोहोरबंदी होते आणि धातूच्या नजीक त्यामुळे निर्माण झालेल्या क्षारीय पर्यावरणाने, नळीजवळ नाशिवंत स्थितीत असताना लवकरच विस्तृत प्रमाणांत गळती सुरू करील असे आणखी गंजणे दबले जाते. अरक्षित स्थितीत बसविलेल्या अगर ज्यावर तात्पुरते रक्षक थर दिले होते आणि ज्या परिणामतः अत्यंत गुलिकामय झाल्या होत्या अशा पोलादी नळ्या, एकसारखे अखंड चुन्याचे अस्तर लावून जवळजवळ आपल्या पूर्ण क्षमतेइतक्या पुनःस्थापित करण्यात आल्या आहेत. तसेच आकारामुळे अगर अस्तर लावण्यापूर्वी दाबपरीक्षणाची गरज असल्यामुळे ज्या नळ्यांना, कारखान्यात अस्तर लावता येत नाही अशा नळ्यांना, विशेषतः मोठ्या आकाराच्या नळ्यांच्या बाबतीत, चुन्याचे अस्तर जागेवर लावण्याची पद्धत वापरावी.

चुना लावण्याचा महत्वाचा फायदा हा असतो की, वालुक्षेपणासारख्या धातू साफ करण्याच्या गुंतागुंतीच्या कार्यपद्धतीची गरज लागत नाही. सर्व सुटा गंज, पोपडे आणि खराब झालेले रंगाचे लेप काढून टाकावेत. त्याकरिता निरनिराळी यंत्रे विकसित करण्यात

आली आहेत. सामान्यतः नळ्यांतून हातरहाटांचा अगर जलीय दाबावर ओढता येणाऱ्या खरडण्याच्या अवजारांचा समावेश ह्या यंत्रांत होतो. अशा तऱ्हेने सुटी केलेली द्रव्ये नळी-मधून रवरी बोळ्यांनी ओढून बाहेर काढली जातात. पाण्याचे साठेसुद्धा काढून टाकले पाहिजेत; असे असले तरी संपूर्णपणे शुष्क धातुपृष्ठाची जरूरी नसते. ज्या नळ्यांचा व्यास ४ इंचापासून सुमारे १६ इंचापर्यंत असतो अशा लहान व्यासाच्या नळ्यांकरिता जागेवर अस्तर टाकण्याच्या विशेष साधनाचे दोन प्रकार उपयोगी पडतात. पहिल्या क्रियापद्धतीत कोनाकार शेवट असलेला, नळकांड्याच्या आकाराचा फर्मा नळीमधून ओढून अगोदर नळीत भरलेला चुना पसरण्यात येतो. अस्तराची इच्छित जाडी निर्माण होईल अशा निवडलेल्या व्यासाचा फर्मा चुन्याच्या पुरवठ्यास पुढे ढकलतो आणि नळीच्या पृष्ठभागावर त्यामुळे मागील बाजूस एकसारखा पृष्ठभाग तयार होतो. नळकांड्यातील छिद्रांतून चुन्यातील पाणी पिळून बाहेर पडते व त्यामुळे अस्तर कोरडे व घनिष्ट बनते आणि फर्म्याच्या दाबामुळे चुना नळीच्या निकट संपर्कात दाबला जातो. दुसऱ्या क्रियापद्धतीत लहान नळीला अस्तर लावण्याकरिता एक अपकेंद्रिय यंत्र वापरण्यात येते. त्या यंत्राने अतिशय जलदगतीने फिरणाऱ्या शीर्षातून चुना गरगर फिरवून त्याचे वितरण केले जाते व त्यावेळी प्रवाह-

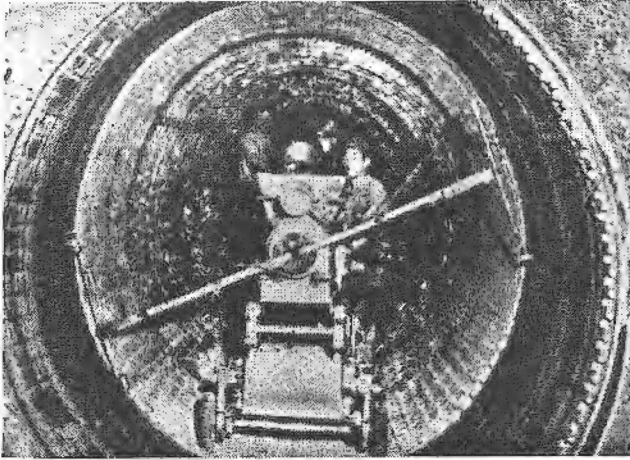


आ. १८१

कामगार अस्तर यंत्रात खोऱ्यांनी चुना घालीत आहेत. ह्या यंत्रातून पोलादी नळाच्या आतल्या पृष्ठभागावर तो चुना पसरला जातो. ह्या उदाहरणात अस्तराला बळकटी आणण्याकरिता प्रबलीकरण शिगा पृष्ठभागाला बांधण्यात आल्या आहेत. सामान्यपणे अस्तर प्रबलीकरण न करता टाकण्यात येते. P - 126 - 100 - 19

गतीच्या सहाय्याने जाडीवर नियंत्रण ठेवण्यात येते. ह्या पद्धतीने थापीची सफाई प्राप्त करता येत नाही. १२ इंच अगर जास्त व्यासाच्या मोठ्या नळांच्याकरितासुद्धा चुना अपकेंद्रीय यंत्राने वितरित केला जातो; तथापि परिभ्रामी यांत्रिकी थाप्यानी तो आणखी गुळगुळीत करण्यात येतो. (आ. १८१ व १८२ पहा).

लहान व्यासाच्या नळाला जागेवर चुना लावताना सामान्यपणे लहान अंतरावर, सुमारे दर २५० फुटावर, एक प्रवेशद्वार ठेवण्याची जरूरी असते. मोठ्या नळाच्या बाबतीत हे अंतर वाढवता येते तसेच मोठ्या आकाराच्या नळाच्या बाकणाच्या मधून काही यंत्रे चालविता येतात. अन्यथा ह्या बाकणावर हातानी लेप दिला पाहिजे आणि यंत्रातून होणाऱ्या परिणामासारखाच सामान्यपणे येथेही तो प्राप्त व्हावयास पाहिजे. अस्तर–यंत्रणेचे काम, आणि योग्य सघनता येण्याकरिता चुन्याच्या मिश्रणातील बिनचूक प्रमाणीकरण, यांच्या–करिता विशेष कौशल्य लागते आणि अशी कामगिरी करण्याकरिता प्रशिक्षित कामगार नेमून घेणारे अनुभवी मक्तेदार सर्वात जास्त उपयुक्त ठरतात.



आ. १८२

अस्तर यंत्रातील परिभ्रामी शीर्षाच्या सहाय्याने नळाच्या पृष्ठभागावर फिरत्या गतीने लावलेला चुना गुळगुळीत करणाऱ्या थाप्या ह्यामुळे चांगले द्रवीय प्रवाह–गुणधर्म असणारा पृष्ठभाग निर्माण होतो. P – 126 – 100 – 18

जागेवर टाकलेल्या चुन्याच्या नवीन घातलेल्या अस्तराच्या मुरवणात मुख्यत: ते आर्द्र ठेवणे हे अवश्य कार्य असते. याकरिता चुना टाकल्यानंतर लगेच अस्तर घातलेला भाग हवा

लागू नये म्हणून बंद केला जातो. मुरवण चालू रहाण्याकरिता चुना टाकून झाल्यानंर २४ तासांनी पाणी आत सोडावे परंतु आणखी २ दिवसपर्यंत पाण्याला क्षरणकारक वेग येऊ देऊ नये. किमान ७ दिवसपर्यंत आर्द्र मुरवण चालू ठेवावे. जागेवर चुना टाकण्याच्या पद्धतींनी तयार केलेले बरेच नळ जमिनीत पुरलेले असतात आणि त्यामुळे त्यांचे पराकोटीच्या तपमानामुळे शुष्कन अगर विस्तरण अथवा संकुचन होत नाही. या शिवाय शक्य तितक्या लवकर हे नळ पुष्कळ वेळा कार्यान्वित करण्याची इच्छा असते; म्हणून ते आर्द्रावस्थेत राहण्याची शक्यता असते; तथापि मुरवण कालात अगर त्यानंतर चुना पूर्णपणे कोरडा होऊ देणे इष्ट नसते.

१८८ – कारखान्यात लावलेली चुन्याची अस्तरे आणि लेप

ब्यूरोत वापरलेल्या पोलादी नळांची चुन्याची अस्तरे आणि लेप, अधिक प्रमाणात नळ बसविण्याच्या आधी कारखान्यात लावण्यात येतात आणि सध्या अमलात असलेल्या ब्यूरोच्या संरचन विनिर्देशांत ते लावण्याच्या क्रियापद्धतींचा अंतर्भाव केलेला आहे. सामान्य सेवा प्रशासनाकडून "(पाइप प्रेशर, स्टील, सिमेंट–मॉर्टर लायनिंग ॲन्ड रिएन्फोर्स्ड सिमेंट मॉर्टर कोटिंग्ज)" "नळ दाब, पोलाद, सिमेंटच्या चुन्याचे अस्तर आणि प्रबलीकृत सिमेंटच्या चुन्याचे लेप" या नांवाने संघीय विनिर्देश SS-P-00385 काढण्यात आला आहे.

सध्याच्या गरजा प्रतिबिंबित करणाऱ्या क्रियापध्दतींचे आणि तरतुदींचे पुढील परिच्छेदांत पुनर्विलोकन केले आहे.

(अ) पृष्ठभागाची पूर्व तयारी – जागेवर टाकण्याच्या चुना लावण्याच्या पध्दतीतल्या प्रमाणे नळाच्या बाहेरच्या व आतल्या पृष्ठभागावर कारखान्यात लावावयाच्या चुन्याच्या लेपांच्याकरिता पृष्ठभागाची पूर्वतयारी करताना ग्रीजमय अगर सैलपणे चिकटून बसलेले द्रव्य पृष्ठभागावरून काढून टाकण्याचा उद्देश असतो पण आतला धातु अनावृत्त करावयाचाही उद्देश असतो असे नाही. चुन्याचा नळाशी घनिष्ट संपर्क असणे इष्ट असले तरी अन्य लेपांच्या प्रमाणे जागेवर चुना चिकटून बसण्याकरता सामान्य अर्थाने संसक्तीवर अवलंबून राहण्यात येत नाही.

(आ) द्रव्ये – लेप आणि अस्तरांच्या द्रव्यांत पाणी, सिमेंट आणि प्रतवारी केलेल्या वाळूचा समावेश असतो. चिकणमातीच्या आक्षेपार्ह गुणधर्मापासून व सेंद्रिय पदार्थ, अम्ले क्षार, लवणे आणि अन्य अशुद्ध द्रव्यांपासून पाणी मुक्त असावे.

नळाला लेप आणि अस्तर लावण्याकरिता वापरावयाच्या सिमेंटचा प्रकार कॉंक्रीटच्या संरचनात वापरण्यात येणाऱ्या प्रकारासारखाच असावा. जेथे सल्फेटयुक्त पाणी आणि विद्राव्य सल्फेट असलेली माती यांच्याशी अस्तर अगर लेपाचा संपर्क येईल तेथे सल्फेटच्या आघातास निश्चितपणे प्रतिरोध करील अशा सिमेंटचा उपयोग पुष्कळवेळा करावा लागतो. जेथे मातीतील अगर भूजलांतील विद्राव्य सल्फेटचे सांद्रण सौम्य प्रमाणात असते तेथे प्रकार दोनच्या (सिमेंटच्या) वापराचा विनिर्देश करण्यात येतो. जेव्हा लेप अगर अस्तराच्या

संपर्कात येणाऱ्या मातीत अगर पाण्यात अन्य प्रकाराचे सिमेंट वापरले असता चुन्याचे गंभीर प्रमाणात विघटन होईल इतक्या प्रमाणात विद्राव्य सल्फेटची सांद्रता असते तेव्हा प्रकार पाचच्या सल्फेट प्रतिरोधक सिमेंटचा विनिर्देश करण्यात येतो.

अस्तराचे व लेपाचे सल्फेटच्या आघातापासून संरक्षण करण्याच्या तरतुदीच्या शिवाय क्षार–मिलावा प्रक्रियेपासून संरक्षण करण्याचीही जरूरी असते. (सोडियम ऑक्साईडची ($N_{a2}O$) टक्केवारी अधिक पोटॅशियम ऑक्साईड (K_2O) च्या टक्केवारीची ०·६५८ पट) यांच्या ०·६० प्रतिशत्पेक्षा जास्त क्षार ज्यात नाही अशा अल्प-क्षार-सिमेंटचा वापर करण्यास लावून हे सामान्यपणे साध्य करण्यात येते. जर लेपात अगर अस्तरात वापरावयाचा मिलावा उच्च-क्षार-सिमेंटशी हानिकारकपणे प्रक्रिया करील असे माहित असेल अगर वापरावयाच्या मिलाव्याची प्रक्रियाशीलता अज्ञात असेल तर संभाव्य क्षार-मिलावा-प्रक्रियेविरुद्ध पुरेशा संरक्षणाची खात्री राहण्याकरिता अल्प-क्षार-सिमेंटचा वापर करावा लागतो.

चुन्यातील वाळू कठीण, घनिष्ट, टिकाऊ, लेपरहित आणि कॉंक्रीटमध्ये वापरताना तिचा जो दर्जा असावा लागतो त्या दर्जाशी अन्य तऱ्हेने जुळणारी असावी. वाळूची पुढील प्रतवारी चुन्याकरिता उपयुक्त असते.

यू. एस्. मानक चाळण क्रमांक	वजनाने चाळणीवर राहिलेली व्यक्तिगत टक्केवारी
४	०
८	०-५
१६	१०-२०
३०	२०-३०
५०	२५-४०
१००	१५-२०
पॅन	३-७

ह्या प्रतवारीच्या जवळपास असणाऱ्या द्रव्याचा किफायतशीरपणे वापर करण्यात काहीशी सवलत मिळते आणि विशेषतः जेव्हा अस्तर लावावयाचे असते तेव्हा विनिर्देशित जाडी-करिता अत्यंत उपयुक्त निवड करणे शक्य होते.

(ई) बाहेरील लेप – नळाच्या बाहेरून लेप लावण्याकरिता, चुन्याच्या मिश्रणात वजनाने १ भाग सिमेंट आणि सुमारे ४ भाग कोरडी वाळू असावी व त्याबरोबरच योग्य संघनता, दर्जा आणि एकसारखेपणा निर्माण होईल इतके पुरेसे पाणी घातलेले असावे. जवळपास मिळणाऱ्या विशिष्ठ द्रव्यांपासून उत्तम फलप्राप्ति होण्याकरिता ह्या परिप्रमाणात काही सुधारणा कराव्या लागतात. वायवीय, बाष्पीय अगर अन्य पद्धतीने चुना घालण्याचे

आधी किमान १½ मिनिटापर्यंत सिमेंट अगर वाळूचे यंत्राने मिश्रण करावे. तयार झालेल्या चुन्यातील एकसारखेपणाची आणि त्यावरून उपयोजन वैशिष्ट्याची खात्री राहण्याकरिता अचूक मापनाची आवश्यकता असते. चुना लावला जात असताना उसळी अगर नळाच्या पृष्ठभागास चिकटून न राहणाऱ्या चुन्याची राशी सिमेंटच्या चुन्याच्या मिश्रणात लागणाऱ्या, वजनाने ५० टक्याइतक्या, वाळूच्या जागी वापरावयास हरकत नाही.

बाहेरून लावावयाच्या चुन्याच्या लेपाचे प्रबलीकरण करावे लागते. संघीय QQ – W – 418 या विनिर्देशानुरूप गुंडाळलेल्या शीततणावित पोलादी सर्पिल तारेचे RR – W – 375 या संघीय विनिर्देशानारूप १४ गेजी २×२ इंच, १३ गेजी २×४ इंच असे वेल्ड केलेल्या तारेच्या तंतूंच्या पिंजऱ्याचे अगर ASTM संज्ञा A390 शी अनुरूप १८ अगर २० गेजी पिळलेल्या षटकोनी १ इंची तारेच्या तंतूंची दोन्ही टोके विणलेल्या पट्ट्यांच्या जाळ्यांचे हे प्रबलीकरण केलेले असते. ह्या जाळ्यांचे जस्तलेपन केले अगर न केले तरी चालते. कमाल परिणाम प्राप्त होण्याकरिता चुन्याच्या थरात अंदाजे मध्यावर प्रबलीकरण करणे भाग असल्याने वेल्ड केलेले पिंजरे अगर तारेची जाळी आपोआप चपटी झाली पाहिजेत.

गुंडाळलेली सर्पिल तार १४ गेजपेक्षा कमी असू नये व ती (चुना) लावताना काळजीपूर्वक जागेवर पसरली पाहिजे. तारांमधील अंतर १$\frac{7}{8}$ इंचापेक्षा जास्त असू नये. सिमेंट चुन्याच्या अस्तराच्या अदमासे मध्यावर प्रबलीकरण संनिहित करावे, आणि प्रबलीकरणावरील ताण, चुना टाकला जात असताना त्याच्या वजनामुळे तारांना बाक येणार नाही इतका, असला पाहिजे. जाळ्यांची टोके घडीच्याजवळ घट्ट बांधावीत. प्रबलीकरणाने संपूर्ण क्षेत्राचे एकसारखे आच्छादन व्हावे हा उद्देश असतो; म्हणून जाळ्यांच्या एकमेकाजवळच्या परिघीय पट्ट्या परस्परव्यापी असाव्यात. जेव्हा चुना टाकण्यात येतो तेव्हा प्रबलीकरण घाण अगर ग्रीजपासून मुक्त असावे.

वायुवीय अगर बाष्पीय दाबांच्या सहाय्याने चुना बाहेरून लावताना वाळू आणि सिमेंटचे पूर्णपणे मिश्रण करावे. नंतर काळजीपूर्वक नियंत्रित केलेली पाण्याची राशि तोटीने अगर फवाऱ्याच्या शीर्षाने त्यात मिसळावी आणि हे मिश्रण वायू अगर बाष्प-दाबाने नळीच्या पृष्ठभागावर ३ ते ५ फूट अंतरापर्यंत पुढे लोटावे. मिश्रण टाकण्याच्या यंत्रातील दाबापेक्षा पाण्याचा दाब दर चौ. इं.स किमान १५ पौंडापेक्षा जास्त व एकसारखा सतत राहील असा ठेवावा. मिश्रण टाकण्याच्या यंत्रातील दाब द. चौ. इं.स किमान ३५ पौंड. असावा. चुन्याचा प्रवाह नळाच्या पृष्ठभागाशी अभिलंब राहील असा सोडावा.

परिभ्रामी पट्टे अगर ब्रश वापरून अगर निस्त्रवणासारख्या अन्य साधनांनी बाहेरील अस्तर म्हणून पूर्वमिश्रित सुनम्य चुनासुद्धा लावता येतो. पहिल्या दोन्ही पद्धतीत रूळावर फिरणारे नळाचे सरळ भाग चुन्याच्या फवाऱ्यातून लेपाची हवी असलेली जाडी निर्माण होईल अशा वेगाने पुढे सरकतात. सरकण्याच्या वेगाचे काळजीपूर्वक समायोजन करून

अल्प मात्रेतही क्रिया नियंत्रित करता येते. निस्त्रवण पद्धतीत, नळ लेप लावणाऱ्या एका साधनातून अनुदैर्ध्य दिशेने पुढे सरकत जातो, आणि त्या साधनाने लागलीच सपिली गुंडाळलेल्या पॉलीथेलीनच्या पटलाने तो झाकून जातो. हे पटल लेपाला आधार देते आणि त्यामुळे हवाबंद आच्छादन प्राप्त होते.

गरगर फिरण्याजोग्या नसलेल्या वाकड्या तिकड्या (नळांच्या) भागावरील लेपाकरिता हाताने चालविण्याची उपकरणे वापरण्यात येतात. उच्च शक्ती आसंजन आणि घनिष्ट लेप प्राप्त करण्याकरिता चुन्याच्या संघनतेवर काटेकोर नियंत्रण ठेवणे आवश्यक असते. आर्द्रता अतिशय झाली तर त्यामुळे दलदल निर्माण होते आणि मिश्रण अति शुष्क झाले तर अति उसळी निर्माण होते. वालुकप्पे अगर दलदलीची अगर पृष्ठभागापासून विलगनाची चिन्हे जेथे आढळतात तेथील लेप तात्काळ खरडून टाकावा आणि नवीन चुना लावावा.

निर्देश केलेल्या नळांच्या निरनिराळ्या आकाराकरिता खालीलप्रमाणे जाडी अनेक वेळा ठेवण्यात येते.

नळाच्या आतील व्यास इंच	बाहेरील चुन्याची जाडी इंच
४ ते १२	१/२
१४ ते १८	५/८
१८ च्यावर	३/४

चुन्याच्या लेपांचे चांगले मुरवण संपादन करण्यास आणि प्रारंभिक अवस्थांत त्यांचे शुष्कन होऊ न देण्यास अत्यंत महत्व देण्यात येते म्हणून (निस्त्रावित लेपांच्याखेरीज) लेपन केलेला नळ मुरवण क्षेत्राकडे काळजीपूर्वक नेण्यात येतो व तेथे चुना पक्व होताच पाणी शिंपडून तो किमान ७ दिवसपर्यंत सतत ओला ठेवण्यात येतो. लेपनक्रिया जलद व्हावी म्हणून उच्च तपमानात, बाष्पीय वातावरणात, नळ ठेऊन त्वरित मुरवण साध्य करता येते. १ तास बाष्पमुरवण ४ तासांच्या आर्द्रमुरवणाइतके असल्याने हे कालगुणोत्तर धरून आर्द्रमुरवणाऐवजी १३०° F ते १५०° F तपमानांच्या दरम्यान बाष्पमुरवण करता येईल. दर तासास ३०° F पेक्षा जास्त नाही अशा वेगाने नळाचे तपमान मुरवण-तपमानाप्रत आणावे, परंतु कोणत्याही परिस्थितीत चुना लावल्यानंतर २ तासपर्यंत हे तपमान १००° F पेक्षा जास्त वाढू देऊ नये. बाष्पमुरवणानंतर तपमानात जलद घट होऊ नये म्हणून नळाचे संरक्षण करावे नाहीतर त्यामुळे अस्तर अगर लेपाची खराबी होण्याचा संभव असतो. निस्रवणाने लावलेल्या सिमेंटच्या चुन्याच्या लेपांचे मुरवण, लेप लावल्यानंतर लगेच घातलेले पॉलिथेलीनचे पटल नळाभोवती हवाबंद होईल असे लपेटून, करण्यात येते. जर संतोषजनक मुरवण करण्यात यश आले नाही तर त्यामुळे लेपात संकुचन-चिरा पडतात; चुन्याच्या शक्तीत घट होते आणि टिकाऊपणा कमी होतो.

(ई) आतील अस्तरे – नळाच्या अस्तराकरिता अधिक गाढे चुन्याचे मिश्रण सामान्यतः विनिर्दिष्ट करण्यात येते आणि त्यात वजनाने एक भाग सिमेंटला सुमारे २$\frac{१}{२}$ भाग वाळू असते. ३ मिनिटांच्या मिश्रण कालावधीनंतर लागलीच चुना लावावा.

अस्तर लावण्यात येणारा नळ पूर्वी वर्णन केल्याप्रमाणे स्वच्छ करण्यात आल्यानंतर पोषक नळी अगर डोणीच्या साहाय्याने चुना घातला जात असताना रूळावरून फिरवला जातो. विनिर्दिष्ट जाडीचे तयार अस्तर निर्माण होण्याकरिता चुन्याची राशि बिनचुकपणे मापली पाहिजे आणि पृष्ठभागावर चुना वाहून सारख्या प्रमाणात वितरित होईल असा परिभ्रमणाचा सुरवातीचा वेग निवडला पाहिजे. त्यानंतर अधिक जलद परिभ्रमण केल्याने चुन्याचे संदाबन आणि घनीकरण होते आणि पृष्ठभाग गुळगुळीत होतो. उच्चगतीने फिरण्याने उत्पन्न झालेल्या अपकेंद्रित बलाने चुन्यातील पाणी बाहेर फेकले जाते आणि चुन्यात पुरेशी घनता आणि धातुशी बंध विकसित होतो व त्यामुळे फिरणाऱ्या यंत्रणेमधून मुरवण क्षेत्राकडे नळ हळुवारपणे नेता येतो. नळ हलविण्यापूर्वी अतिरिक्त पाणी काढून टाकण्यात येते आणि जाडी एकसारखी आहे की नाही व काही दोष राहिले आहेत काय यांचे परीक्षण केले जाते. उच्च गतीने फिरत असताना नळाच्या भागात स्पंदन निर्माण होईल व त्यामुळे अस्तराच्या जाडीत अनिष्ट असा सारखेपणाचा अभाव निर्माण होईल अशी उत्केंद्रता दिसता कामा नये. सरळपणे परिभ्रमण करण्यास असमर्थ असणारा कोणताही नळाचा भाग सरळ करावा अगर अस्तर लावण्यापूर्वी त्यांत ताठरपणा आणणारी कडी बसवावीत. नळाच्या निरनिराळ्या आकाराकरिता साधारणपणे वापरण्यात आलेल्या अस्तरांच्या जाडी खालील प्रमाणे असतात.

नळाचा आतला व्यास इंच	चुन्याच्या अस्तरांची जाडी इंच
४ ते १२	$\frac{५}{१६}$
१४ ते १८	$\frac{३}{८}$
१८ इंचांच्यावर	$\frac{१}{२}$

लेपाप्रमाणेच अस्तरांच्या मुरवणाचा हवेतील आर्द्रता राखून ठेवण्याशी संबंध असतो. चुना लावून झाल्यानंतर लगेच जलरोधक झाकणाची टोपी नळावर बसवून हे करण्यात येते. या क्रियापद्धतीने चुन्याच्या मुरवणाच्या पहिल्या टप्प्यात शुष्क हवेचे परिचालन होण्यास प्रतिबंध होतो आणि जेथे नळाला लेप लावावयाचा नसून अस्तर लावावयाचे आहे तेथे शिपण यंत्रणा वापरण्याचे कारण रहात नाही. आर्द्र अवस्था राखण्याकरिता जर अतिरिक्त आर्द्रतेची जरुरी असेल तर नळाच्या आत पाणी सोडले जाते. जर बाष्पमुरवणात अडथळा येत असेल अगर ते पूर्ण झाले असेल तर बाष्पमुरवणाचा वापर करताना नळाच्या टोकास टोप्या बसवाव्या लागतात. किमान ७ दिवस जलमुरवण करावे लागते व चुन्याच्या लेपांच्या मुरवणाप्रमाणेच १ तास बाष्पमुरवण ४ तासाच्या जलमुरवणाऐवजी करावे.

अस्तर सामान्यपणे अप्रबलित असल्याने आणि (नळ) जागेवर धरून ठेवण्यास मदत होणारा पश्चमराव नसल्याने बाहेरच्या लेपाच्या मुरवणापेक्षाही चुन्याच्या अस्तराच्या योग्य मुरवणास अधिक जास्त महत्व येते. योग्य प्रकारे मुरवण करूनसुद्धा नंतर जर संपूर्ण शुष्कन झाले तर चुन्यात मोठाल्या अनुदैर्घ्य आणि परिघीय चिरा पडतात व त्या नळाच्या आत पोलादाला जाऊन भिडतात. पुन: ओल्या केल्यानंतर ह्या चिरा निदान अंशत: मिटून जातात आणि आतापर्यंत जी माहिती उपलब्ध आहे त्याप्रमाणे अस्तराच्या सेवाक्षमतेवर त्याचा अल्पसाच परिणाम होतो. तथापि नळाच्या मोठाल्या आकाराच्या बाबतीत ह्या चिरा त्या प्रमाणात मोठ्या असतात आणि नळाच्या व्यासाच्या तुलनेने चुन्याची जाडी कमी असल्याने ज्या चापप्रभावामुळे अस्तर प्रामुख्याने जागेवर धरुन ठेविले जाते तो प्रभाव दुर्बल होतो. वाहून नेताना आणि हाताळताना कमी प्रमाणात ताठर असलेल्या मोठ्या नळात अधिक तीव्र नमन अपेक्षित असते आणि चिराळलेल्या अस्तरामुळे, विशेषत: जर फार उच्च तपमान असेल तर, खराबी होण्याची संभाव्यता वाढते.

जर अस्तराचे योग्य प्रकारे मुरवण केले नाही तर केवळ त्याच्या शक्तीचीच हानी होते असे नाही तर अतिशय रुंद चिरा निर्माण होतात. अर्थात आदर्श म्हणून अस्तर लावण्याच्या क्षणापासुन जागेवर बसविले जाईपर्यंत अस्तर ओलसर राहिले पाहिजे आणि या आदर्शाप्रत व्यावहारिक उपागम समर्थनीय ठरू शकतो. नळाच्या टोकावर घातलेली प्लॅस्टिकची पारदर्शक आच्छादने बऱ्याच कालपर्यंत नळाची आतील बाजू ओली राखू शकतात असे आढळून आले आहे. प्लॅस्टिकवरील जलबिंदू हा प्राप्त केलेल्या मोहोरबंदीच्या प्रभावीपणाचा दृश्य पुरावा आहे आणि त्यामुळे नळाच्या मोठ्या राशीच्या पर्याप्त मुरवणाकरता शीघ्र तपासणी करता येते. अल्प किंमतीत मिळणाऱ्या आच्छादनामुळे अस्तर संयंत्रातून कामाच्या जागेवर नळ नेले जात असताना त्यांतून उच्च गतीची शुष्क हवा जाण्यास अटकाव होतो आणि संग्रहकालात चुन्यातील आर्द्रता प्रतिधारित होते.

(उ) **विशिष्ठ विभाग** – बाकणे, संक्रमक, बहुतोंडी नळ आणि अन्य अनियमित आकारांच्या (भागा) करिता, शेजारील सरळ नळाच्या भागाकरिता ज्या प्रकारची अस्तरे लागतात त्याच प्रकारची अस्तरे लागतात. पूर्वी वर्णन केल्याप्रमाणे प्रबलीकरण केलेल्या बाहेरील भागावर हातात तोटी धरुन चुना लावावा. आतल्या भागासाठी सुद्धा ही पद्धत वापरण्यात येते अगर त्यावर चुना थापीने काळजीपूर्वक लावावा. कोणत्याही परिस्थितीत यंत्राने लावलेल्या लेपासारखाच हा लेप असावा.

१८९ – जोडांचे क्षेत्रीय लेपन

चुन्याने अस्तरित अगर लेपन केलेले नळाचे भाग निरनिराळ्या प्रकारच्या जोडांनी सांधावेत. यात घंटा व नरतुंड, वेल्ड केलेले अगर रबरी गॅस्केट घातलेले जोड, आणि यंत्रिकी युग्मने यांचा समावेश होतो आणि जेव्हा जागेवर जोडाचे काम पुरे होते तेव्हा लेपाचे संरक्षण अनावृत धातूपर्यंत पोहोचविले पाहिजे. आत शिरता येत नाही इतक्या लहान

नळयांच्या टोकावर अगर युग्मनांच्यावर ते जोडण्यापूर्वी १ भाग सिमेंटला १ भाग वाळू असलेल्या चुन्याचा लेप देण्यात येतो. जेव्हा हे भाग एकमेकात सारले जातात तेव्हा चुन्याचा काही भाग पिळवटून बाहेर येतो आणि जलप्रवाहाच्या मार्गात प्रक्षेपित होतो. शेजारच्या चुन्याशी सपाट असलेले साफ अस्तर जोडामधून फुगवलेला रबरी चेंडू ओढून प्राप्त करता येते. मोठया नळांचे जोड हाताने थापीकाम करुन साफ करण्यात येतात. जोडाचे बाहेरचे पृष्ठभाग अशाच प्रकारे संरक्षित केले पाहिजेत. यंत्रानी टाकलेल्या चुन्यातील संनिहित केलेल्या प्रबलीकरणाशी समतुल्य असे प्रबलीकरण जोडाच्या भोवती प्रथम बसविण्यात येते; नंतर नळात अवश्य असणाऱ्या चुन्याच्या जाडी इतक्याच जाडीचा चुना घालण्यात येतो. चुना वायवीय पद्धतीने अगर थापीने लावावा आणि पांढऱ्या रंगाच्या मुरवण मिश्रणाचा, पश्चभराव घातला जाईपर्यंत, त्यावर लेप द्यावा.

▭ ▭

परिशिष्ट

मिलाव्याचा नमुना घेणे आणि चाचणीकरिता मिलाव्याचे नमुने तयार करणे

पदसंज्ञा – १

(१) **मिलाव्याचा नमुना घेणे**–मिलाव्याचा वास्तविक प्रातिनिधित्व करणारा नमुना प्राप्त करण्याचे कार्य बरेच गुंतागुंतीचे असते कारण मिलावा हाताळला अगर हलविला जात असताना त्यात वियोजन होते. पुढील परिच्छेदात ज्या पद्धतींचे वर्णन केले आहे त्यांचे जर काळजीपूर्वक पालन केले तर त्यामुळे वियोजनाची भरपाई होते.

(२) **वाहकपट्टे अगर प्रवणिकांवरील मिलाव्याचे नमुने** – पट्ट्यावरील अगर प्रवणिकेतील मिलाव्याचे प्रातिनिधिक नमुने प्राप्त करण्याकरिता थोडक्या वेळात नाल्याचा संपूर्ण अनुप्रस्थ छेद, दीर्घकाल घेतलेल्या नाल्याच्या केवळ एका भागाच्या घेतलेल्या छेदापेक्षा, घेणे अधिक चांगले. संपूर्ण पुरवठ्यातील नमुने घेण्याचे काम पुरे होईपर्यंत ठराविक कालांतराने नमुने घ्यावेत. मिलाव्याची राशि आणि एकसारखेपणा यावर अशा नमुन्यांची संख्या आणि आकार अवलंबून असतात.

(३) **बाघिणीतील मिलाव्याचे नमुने** – सरळ रेषेत सारख्या अंतरावरील बिंदूंच्यापाशी बाघिणीच्या बाजूवर व मध्यावरचे नमुने घेणे हे बाघिणीतील नमुने घेण्याच्या दृष्टीने उत्तम असते.बाघिणीचा आकार,ज्या बिंदूंच्यापाशी नमुने घेण्यात येतात त्यांची संख्या, आणि मिलाव्यातील कणांचा कमाल आकार यांच्यावर नमुन्यांचा आकार अवलंबून असतो. नमुना उपकरण, पृष्ठभागाच्या बऱ्याच खालचा मिलावा मिळविण्याकरिता प्रत्येक बिंदूजवळ, खाली घुसवावे. वाळूकरिता मानक नलिका–नमुना–उपकरण वापरावे आणि शक्य असेल तेव्हा ते भरड मिलाव्याकरिताही वापरावे. हे नलिका-नमुना-उपकरण सुमारे २ इंच व्यास आणि ६ फूट लांबीच्या पोलादी नळीचे सामान्यपणे बनविलेली असते. त्याचा खालचा भाग टोकदार असतो आणि वरच्या बाजूवर मूठ बसविलेली असते. नळीच्या बाजूने एक छिद्रांची पंक्ति अशा तऱ्हेने पाडण्यात येते की, कणांची एक ओळ द्वारांच्या एका बाजूतून बाहेर येते. ही नळी मिलाव्यात शक्य तितकी आत घुसविण्यात येते आणि कणांच्यामुळे पुरेसे द्रव्य नमुन्याकरिता नळीच्या आत गोळा होईपर्यंत नळी फिरविण्यात येते आणि नंतर द्वारे माथ्यावर राहतील अशा तऱ्हेने ती बाहेर काढून घेण्यात येते.

वरील पद्धतीने बाघिणीतून प्रातिनिधिक नमुना, विशेषतः मोठ्या भरड मिलाव्याचा घेणे, कधीकधी अवघड जात असल्याने शक्यतो ते द्रव्य (बाघिणीत) भरताना अगर (तिच्यातून) काढून घेत असताना नमुने घ्यावेत. बाघीण खाली करण्यात येत असताना ठराविक कालांतराने फावडाभर द्रव्य घेऊन बऱ्याच प्रमाणात प्रातिनिधिक नमुना घेता

येतो. मात्र फावड्यावरून मोठे तुकडे घरंगळून जाणार नाहीत अशी काळजी घ्यावी लागते. नमुना घेण्याकरिता कोणतीही पद्धत वापरलेली असो, प्रातिनिधिक नमुन्याची खात्री मिळेल अशी ती असावी.

(४) **साठवणातून घेतलेल्या मिलाव्याचे नमुने** – तळापासून वरपर्यंतच्या वाळूच्या संपूर्ण साठवणातून नमुने घ्यावेत. साठवणाच्या तळाच्या बाजूने एकसारख्या अंतरावरील बिंदूंच्यापासून नमुने घेण्यास सुरवात करून सारख्या अंतराने बाजूवर आणि माथ्यावर उर्ध्व दिशेने ही क्रिया चालू ठेवावी. जर साठवणापैकी एखादा भागच कामाच्या भागावर वापरावयाचा असेल तर जो भाग वापरावयाचा त्यांतीलच नमुने घ्यावेत.

शक्य असेल तेथे कंकराचे नमुने मानक–नलिका–नमुना उपकरणाने घेण्यात येतात. जर असे करता येत नसेल तर तर फावड्याने नमुने घ्यावेत आणि त्या पृष्ठभागाच्या बऱ्याच खालील द्रव्य असावे. नमुना घेण्याच्या जागेच्या किंचित वर ढिगाला लागून फळीचा एक आखुड तुकडा धरुन, नको असलेल्या पृष्ठीय द्रव्याचा समावेश होण्याचे टाळावे.

(५) **नमुन्यावरील उपचार** – नमुन्याचे ४ भाग पाडून अगर विभाजन करुन चाचणी नमुन्यात ६ व्या व ७ व्या परिच्छेदात वर्णन केल्याप्रमाणे त्याचे रूपांतर करावे. संमिश्र नमुन्याच्या ऐवजी प्रत्येक नमुना स्वतंत्रपणे विश्लेषण करण्याची गरज लागेल कारण त्यामुळे द्रव्यांतील तफावतीची निश्चितपणे माहिती मिळवता येईल.

(६) **वाळू** – नमुन्याचे चार भाग पाडण्याच्या पद्धतीने अगर नमुना विभाजक वापरुन वाळूच्या नमुन्यांचा चाचणीच्या आकारात नमुना तयार करावा.

(अ) **चार भाग पाडण्याची पद्धत** – ज्या ठिकाणी द्रव्याची हानि अगर बाहेरच्या द्रव्याचे आकस्मिक परिवर्धन होणार नाही अशा कठीण स्वच्छ पृष्ठभागावर नमुना ठेवण्यात येतो. फावड्याने संपूर्ण ढीग तीन वेळा फिरवून नमुना पूर्णपणे मिसळण्यात येतो. नमुन्याच्या बाजूवर एकेक कामगार ठेवून एका टोकाशी सुरवात करुन ढिगाच्या लांबीवर पुढे पुढे जात असताना द्रव्यांतील एक सोडून एक फावडाभर द्रव्य घेऊन हे काम उत्तम प्रकारे साध्य करता येते. तिसऱ्यांदा अगर शेवटच्या फिरवण्याबरोबर प्रत्येक फावडाभर द्रव्य पूर्वीच्या ढिगाऱ्यावर टाकून संपूर्ण नमुन्याचा एक कोनाकार ढीग फावड्याने बनविला जातो. हा कोनाकार ढीग सारख्या जाडीचा व व्यासाचा होईल अशा काळजीपूर्वक सपाट करण्यात येतो, त्यामुळे एका पावद्दिशातले द्रव्य दुसऱ्यात जात नाही. नंतर ह्या सपाट ढिगांचे त्यांच्या मध्यावर काटकोनात एकमेकाचा छेद करतील अशा २ रेषा काढून चार भाग पाडण्यात येतात. विकर्णाभिमुख असलेले २ चतकोर काढून घेऊन रिकाम्या झालेल्या जागा ब्रशने स्वच्छ करण्यात येतात. उरलेले द्रव्य मिसळण्यात येते आणि ५० पौंड अगर त्यापेक्षा नमुना कमी होईपर्यंत उत्तरोत्तर त्याचे चतकोर करण्यात येतात. ही राशि नमुना-

विभाजकातून काढून घेण्यात येते आणि त्यातील अर्धाभाग टाकून देऊन दुसऱ्या अर्ध्याचे पुन: विभाजन करण्यात येते. नमुना इच्छित आकाराइतका लहान होईपर्यंत ही क्रिया पुन: पुन: करण्यात येते.

(आ) नमुना-विभाजक – विभाजकातून संपूर्ण नमुना काढून घेतला जातो. त्यातील अर्धा बाजूला काढण्यांत येतो आणि दुसरा अर्धा पुनः विभाजित केला जातो. नमुना इच्छित आकाराइतका लहान होईपर्यंत ही क्रिया पुन: पुन: करण्यात येते. (जोन्सच्या नमुना-विभाजकाच्या सारखा अगर बरोबरीचा हा नमुना-विभाजक असावा).

(७) भरड मिलावा – चार भाग पाडण्याची पद्धत अगर योग्य नमुना-विभाजक वापरुन भरड मिलाव्याचे चांचणी नमुन्यात रुपांतर करावे.

(अ) चार भाग पाडण्याची पद्धत – परिच्छेद ६ (अ) सारखीच.

(आ) नमुना-विभाजक – विभाजकात एक प्रातिनिधिक नमुना घालून त्यातून तो बाहेर काढण्यात येतो; त्यातील अर्धा बाजूला ठेवला जातो व दुसऱ्या अर्ध्याचे पुन: विभाजन केले जाते. इच्छित आकाराइतका नमुना लहान होईपर्यंत ह्या क्रियेची उजळणी केली जाते. (गिल्सन नमुना–विभाजकासारखा अगर त्याच्या बरोबरीचा हा नमुना – विभाजक असावा).

मोठ्या आकाराच्या मिलाव्याच्या बाबतीत हाताने नमुना घेणे अधिक इष्ट अगर सोयीचे असते. असे करताना प्रातिनिधिक नमुना प्राप्त करण्याकरिता अत्यंत काळजी घ्यावी.

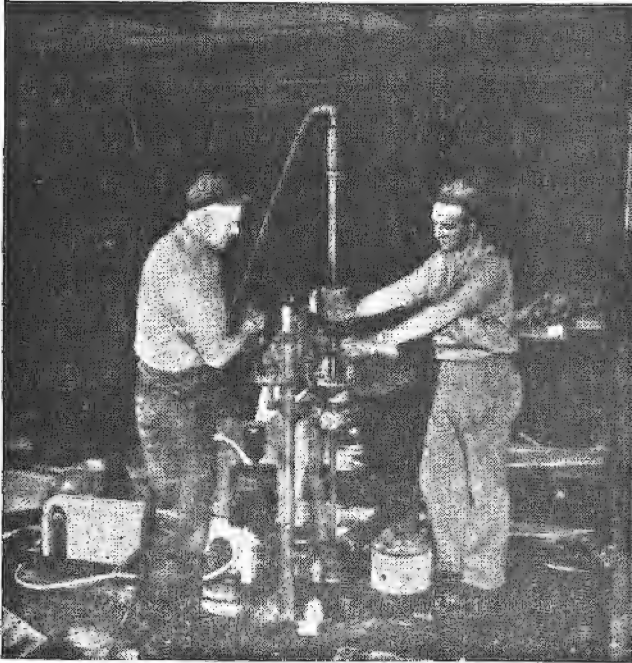
कॉंक्रीटचा नमुना घेणे

पदसंज्ञा २

(१) ताज्या कॉंक्रीटचा नमुना घेणे – टाकण्यात येणाऱ्या कॉंक्रीटचे प्रतिनिधित्व करतील असे कॉंक्रीटचे नमुने असणे महत्वाचे असते. ज्या वाट्याचा नमुना घ्यावयाचा तो नमुनेदार वाटा असावा आणि व्यवहार्य असेल तर वाट्यात घातलेली वाळू आणि कंकर यांच्या अंशाचे नमुने घ्यावेत म्हणजे कॉंक्रीटच्या नमुन्याशी जुळेल असे आर्द्रता–निर्धारण आणि प्रत–विश्लेषण करता येईल. मिश्रकाजवळ घालण्यात येणाऱ्या पाण्याच्या नक्की राशीची नोंद ठेवावी. ह्या आणि मिलाव्यातील आर्द्रतेचा अशा दोन्हींचाही जल–सिमेंट गुणोत्तराच्या संगणात वापर केला जातो.

शक्य असेल तर फर्म्यातील संदाबित कॉंक्रीटमधून नमुने घ्यावेत. अन्यथा, फर्म्याप्रत कॉंक्रीट पोहोचण्याच्या जरा आधी ते घ्यावेत. प्रवणिका आणि वाहकावरून घेतलेले नमुने

सामान्यतः असमाधानकारक असतात, पण जरुरीच असेल तर प्रवाहाचा संपूर्ण अनुप्रस्थ छेद प्राप्त होईल अशी काळजी घ्यावी. परिवहनपात्रातून नमुने घेणेसुद्धा अनिष्ट असते कारण कॉंक्रीटचे पुष्कळवेळा वियोजन होते. जर मिश्रकातून भारण–हॉपरमध्ये कॉंक्रीट ओतले असेल तर हॉपरच्या बाजूतील खालच्या अर्ध्यावर असलेल्या सरक दरवाजामधून प्राति–निधिक असे बरेचसे नमुने घ्यावेत. मिश्रकातून सरळ बाहेर काढलेल्या कॉंक्रीटचे प्रातिनिधिक नमुने प्राप्त करणे कठीण असते आणि संपूर्ण प्रवाह अल्पकाल धरून ठेवण्याची योजना केली नसल्यास असा प्रयत्न करू नये. विशिष्ट प्रकारच्या मिश्रकातून त्याचा ढोल थांबविल्यानंतर लांब दांड्याचे फावडे वापरून सयुक्तिकपणे प्रातिनिधिक नमुने घेणे शक्य असते. जेव्हा ही पद्धत वापरण्यात येते तेव्हा अनेक जागांतून कॉंक्रीटच्या लहान राशी घेऊन त्याचे मिश्रण करण्यात येते. फिरणाऱ्या ढोलाच्या ट्रक-मिश्रकातून अगर आंदोलकांतून वाटा बाहेर पडण्याच्या कालात ३ अगर अधिक नमुने ठराविक कालांतराने घेण्यात



आ. १८३

कॉंक्रीटच्या फरशीतील १० इंची गाभ्याचे वेधन P X – D – 33518

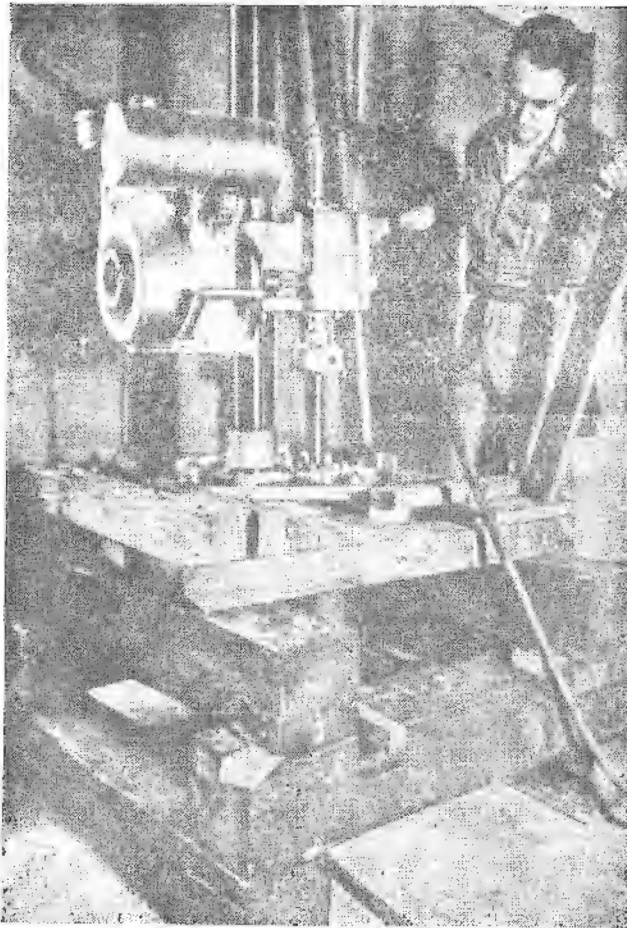
येतात. हे नमुने प्राप्त करताना, ढोलाच्या वेगावर वाटयाच्या प्रस्त्रावाचे परिमाण नियंत्रित करावे, दरवाजाच्या द्वाराच्या आकारावर नव्हे. अंतर्भूत परिस्थितीशी उत्तम प्रकारे जुळणारी आणि प्रातिनिधिक नमुने देईल अशी नमुने घेण्याची पद्धत निवडल्यानंतर ही पद्धत संपूर्ण कामात वापरावी म्हणजे चाचण्यांच्या निष्कर्षांची तुलना करता येते.

ज्या कार्यासाठी नमुना घ्यावयाचा आहे त्यावर त्याचा आकार अवलंबून असतो. नमुन्याचे निरनिराळे भाग अवपात आणि एकक वजन चांचणीकरिता आणि नळकांडी ओतण्याकरिता वापरावेत. ज्यात मिलाव्याचा कमाल आकार १$\frac{1}{2}$ इंच आहे अशा काँक्रीट-करिता नेहमीच्या पाण्याच्या बारडीच्या $\frac{1}{3}$ कॉंक्रीट, अवपात चांचणीकरिता अगर ६ × १२ इंची चाचणी नमुन्याकरिता, साधारणपणे पुरेसे होते. कॉंक्रीटमध्ये १$\frac{1}{2}$ इंचापेक्षा जास्त मोठा मिलावा असेल तर असे जास्त आकाराचे द्रव्य, अवपात चांचणीच्यावेळी अगर ६ × १२ इंची चांचणी नमुने घेताना, काढून टाकावे लागेल. १$\frac{1}{2}$ इंची चौरस भोके असलेल्या चाळणीतून आर्द्र चाळण करून जास्त आकाराचे द्रव्य काढून टाकण्यात येते. चांचणी नमुन्याच्या किमान मापाच्या $\frac{1}{4}$ पेक्षा नमुन्यातील मिलाव्याचा कमाल आकार जास्त असू नये. कारण असे जास्त आकाराचे द्रव्य जर त्यात असेल तर अवपात चाचण्यांचे आणि नळकांडी चाचण्यांचे खात्रीलायक निष्कर्ष मिळणार नाहीत. आर्द्र चाळणाकरिता सहज हालविता येईल आणि जास्त आकाराचे द्रव्य जलद काढून टाकता येईल अशी सोयीस्करपणे चाळणी बसवावी. ४४ व्या आणि ४५ व्या आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे असणारी चाळणी समाधानकारकपणे वापरण्यात आली आहे. अवपात चांचणी करण्यापूर्वी अगर चांचणी नमुने तयार करण्यापूर्वी चाळलेले कॉंक्रीटचे, एकसारखी वस्तू होईल अशा-प्रकारे, फावड्याने पुनः मिश्रण करावे. मोठा मिलावा असलेल्या कॉंक्रीटचा नमुना घेताना अधिक मोठा नमुना घ्यावा लागेल.

अवपात चांचण्या आणि नळकांडी नमुने नमुना घेतल्यानंतर बिनाविलंब तयार करावेत. १५ मिनिटांचा विलंब झाला तर ५० टक्क्याइतकी अवपातात घट होऊ शकते.

(२) दृढीभूत कॉंक्रीटचा नमुना घेणे – नियामक नळकांड्यावरील बांधकाम चालू असताना केलेल्या चाचण्यांच्या निष्कर्षांवरून जागेवरील कॉंक्रीटच्या दर्जाचे प्रत्यक्ष निदर्शन होत नाही. पुऱ्या झालेल्या कामावरील नमुन्यापासून अधिक बिनचुक व अधिक सूचनात्मक आधार सामुग्री प्राप्त करावी. अश्मकप्पे आणि वियोजनाचे अन्य प्रकार टाळण्यात कॉंक्रीट टाकण्याच्या पद्धतींचा काय परिणाम होतो याची गाभावेधनांच्या अन्वेषणावरुन माहिती मिळाली आहे. अशा अन्वेषणांवरून भिन्नभिन्न मुरवण पद्धती आणि अनावृत्तीशी दायित्व असलेल्या तुलनात्मक शक्ती, आणि पृष्ठीय अवस्थांची व्याप्ती, पृष्ठभागापासून निरनिराळ्या खोल्यावरील कॉंक्रीटच्या तौलनीय शक्ती, क्षैतिज संरचन जोडांच्या बाबतीत वापरलेल्या निरनिराळ्या स्वच्छतेमुळे प्राप्त होणाऱ्या बंधन क्षमता, उघडकीस आल्या आहेत. कालव्याच्या उतारांवरील आणि बोगद्याच्या कमानीच्या छेदांतील

कांक्रीटचे संदाबन करण्याच्या भिन्नभिन्न पद्धतींसंबंधी काही माहिती मिळाली आहे, तसेच चिरांच्या सर्वेक्षणांच्या माहितीच्या विश्लेषणास आणि क्षार मिलावा प्रतिक्रियेचे अस्तित्व दाखविणाऱ्या बांधकामाच्या खराबीची अगर विघटनाची व्याप्ति निश्चित करण्यास गाभावेधनांची मदत झाली आहे.



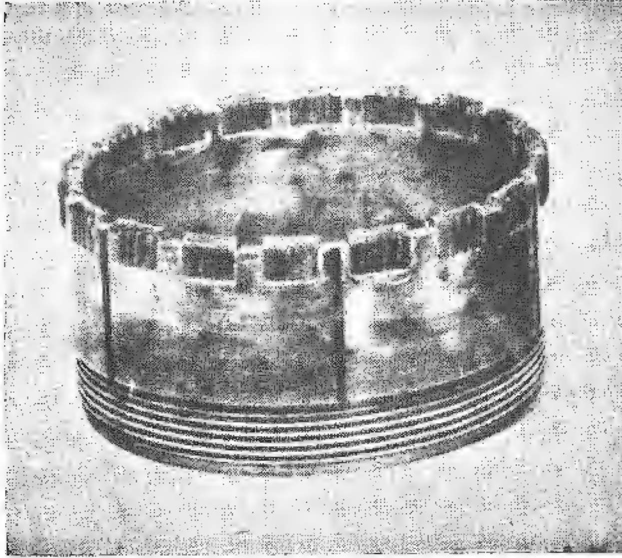
आ. १८४

कांक्रीटच्या गाभ्याच्या वेधनाची उपकरणे. १० इंची गाभा–पिपाकरता वेधन यंत्राच्या खाली अंतर रहावे म्हणून पिंजऱ्याचा उपयोग करण्यांत आला आहे. PX – D – 33519

आ. १८३ मध्ये कॉंक्रीटच्या गाभावेधनाचे यंत्रसाहित्य दाखविले आहे. ह्या यंत्रांनी २ ते १० इंच व्यासाचे आणि कोणत्याही योग्य लांबीचे कॉंक्रीटचे गाभे प्राप्त करता येतात. काही गाभावेधन यंत्रांची बैठक १० इंची गाभा-पीप सामावून घेण्याइतक्या पुरेशा आकाराची नसू शकेल; अशा परिस्थितीत आ. १८४ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे पिंजऱ्याची जरूरी लागेल. १८ इंच व्यासापेक्षा कमी व्यासाच्या ब्यूरोच्या यंत्रात पुष्कळवेळा हिरा-बिटची (बोर्ट) तरतूद केलेली असते (आ, १८५ पहा). शक्तीकरिता घासलेट तेलावर चालणारे इंजिन अगर विद्युत् चलित्र वापरावे. ज्या ठिकाणी नळीत दाबयुक्त पाणी उपलब्ध नसेल तेथे जलपंप बसवून ह्या यंत्राचा उपयोग करता येतो. हिरावेधन कार्यात अनुभव असलेल्या कामगारांनीच गाभावेधक[1] चालवावेत. १८ इंच आणि त्यापेक्षा मोठ्या व्यासाच्या गाभ्याचे वेधन सामान्यत: कॅलिक्स बरम्याने केले जाते. (आ. १८६ पहा.) छेदन माध्यम म्हणून या पद्धतीत पोलादी गोळ्या वापरण्यात येतात. जरी हिरावेधनापेक्षा कॅलिक्स वेधनाची गती मंद असली तरी काटकसरीच्या दृष्टीने ते समर्थनीय ठरते.

नमुन्याचे कॉंक्रीट, नमुन्यातील चुना आणि भरड मिलावा यांच्यातील बंधास वेधन-क्रियेमुळे हानि पोहोचणार नाही इतके, कठीण असावे. संपीडन चांचण्यांकरिता गाभ्याचा

तळटीप–(१) ज्या जागी दगड ढिले व्हावयास सुरवात होते त्या ठिकाणच्या पलिकडे बॉर्टबिट कामात न वापरण्यासंबंधी अत्यंत काळजी घ्यावी, कारण ते लवकर फुटून जातात आणि त्यामुळे बिटची गंभीर प्रमाणात खराबी आणि बॉर्टची हानी होते. कॉंक्रीटच्या वेधनात बहुतेक बिटात शुभ्र बॉर्टचे हिरे बसविलेले असतात कारण ते काळ्या हिऱ्यांच्यापेक्षा स्वस्त असतात. बॉर्ट काळजीपूर्वक वापरले पाहिजेत कारण जबरीने वेधन केल्यास ते टिकून राहणार नाहीत. बिटच्या मुखपृष्ठात शुभ्र बॉर्टपैकी अनेक बॉर्ट बसविण्याची प्रथा असते आणि छिद्राची स्वच्छता करण्याकरिता बाजूंचे छिद्र वर्धन करण्यासाठी अधिक महाग काळे हिरे वापरण्यात येतात. काळा हिरा अधिक आघात-प्रतिरोधक असल्याने जेथील द्रव्य फुटलेले वा ढिले असेल तेथे त्याचा व्यापक प्रमाणात उपयोग करण्यात येतो. गरम झाल्यास त्याची झीज-प्रतिरोधकता कमी होत असल्याने तो अतिशय गरम होऊ देऊ नये. पांढऱ्या दगडांनी (हिऱ्यांनी) वेधन करताना अचूक प्रमाणात पाणी वापरण्याची आणखी एक दक्षता घ्यावी लागते. बिटपर्यंत पोहोचण्याची पाण्याची राशि कमी करून बिटच्या छेदन पृष्ठावरच्या धातूचे चरे पडणे कधीकधी रोखण्यात येते. पोलादातुन विशेषत: उदग्र अशा अधर छिद्रातुन वेधन करताना छिद्रातुन धातूचे छिलके बाहेर काढून टाकण्याकरिता आणि त्यामुळे बिटच्या धातूची झीज कमी करण्याकरिता पुरेसे पाणी वापरण्याची काळजी घ्यावी. हिरावेधन बिट आणखी वापरता येईल अगर कसे याची शंका असल्यास महाग पडणाऱ्या नुकसानीचा धोका पत्करण्याऐवजी त्यांची दुरुस्ती करावी.

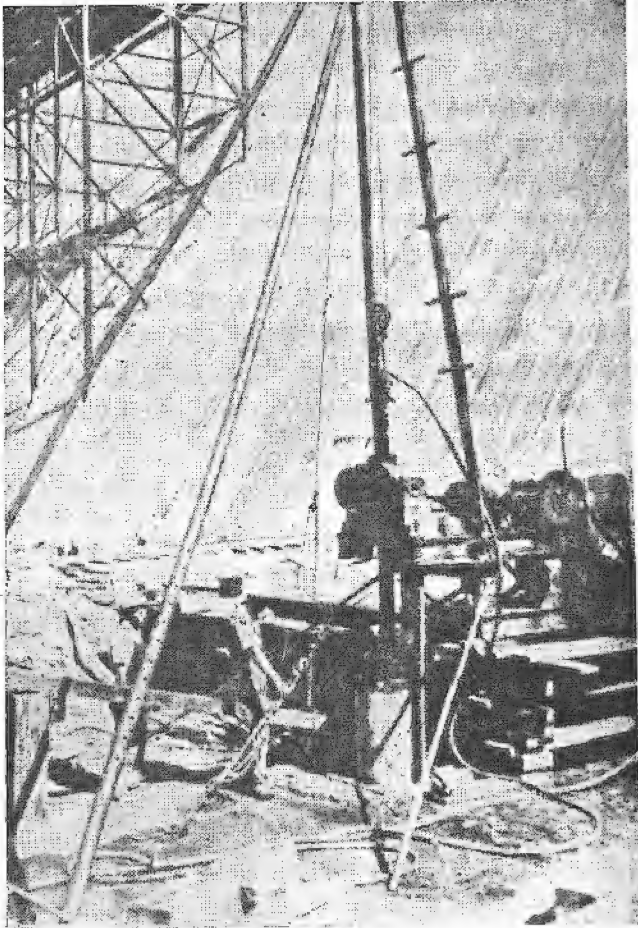


आ. १८५

सहा इंची बाजारी बिट. P X – D – 33520

नमुना, ज्याची लांबी व्यासाच्या दुप्पट आहे असा, शक्य तो जवळजवळ नळकांड्याच्या आकाराचा असावा; त्याचा व्यास कमाल आकाराच्या मिलाव्याच्या किमान तिप्पट असावा आणि त्यात कोणच्याही प्रकारचे कमकुवत जोड अगर अक्षाच्या काटकोनात नाहीत अशी संस्तरण पटले असू नयेत. भिंतीतून आडव्या दिशेने घेतलेल्या गाभ्यांची स्थाने काळजी–पूर्वक निवडावीत आणि वेधनाच्या नोंदवहीत त्यांचे बिनचूक वर्णन दिलेले असावे कारण कॉंक्रीटच्या खोल उभारातील मधील भागाच्या मानाने खालचा भाग जास्त सघन आणि वरचा भाग कमी सघन असण्याची शक्यता असते.

जोडांच्या परीक्षेकरिता अगर प्रबलीकरणाच्या अंतर्छेदांच्याजवळ, अगर जोडांजवळ किंवा जलरोधकांच्याजवळ झालेल्या वियोजनाच्या मानावरून दिसून येणाऱ्या संदाबन–पद्धतीच्या प्रभावीपणाच्या अभ्यासाकरिता जेथे गाभे घेतले जातात तेथे शक्य तितक्या काळजीपूर्वक जोर न लावता असे वेधन करावे की, गाभ्यातील फूटतूट कमीत कमी होईल. गाभ्यांच्या निरीक्षणात दिसू न शकणाऱ्या अवस्था अनेक वेळा वेधन केलेल्या छिद्रांच्या ह्या कारणाकरिता केलेल्या परीक्षेवरून अवगत होतात.



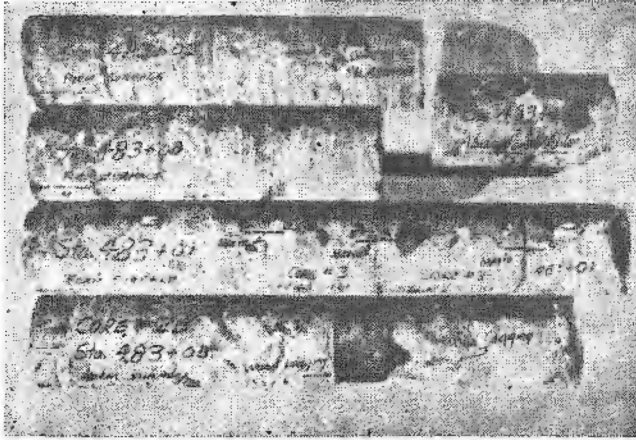
आ. १८६

२२ इंच व्यासाचा गाभा काढणारा कॅलिक्स वरमा PX – D – 33521

जर काँक्रीटमध्ये पोलाद भक्कमपणे गाढलेले असेल तर त्यातून केलेल्या वेधनामुळे सामान्यतः बॉर्ट बिट खराब होणार नाहीत. तथापि, अस्थैतिक कंपास अगर इलेक्ट्रॉनिक धातु–परिचायक यांच्या सहाय्याने गाढलेल्या पोलादाची स्थाननिश्चिति करता येते आणि धातुविरहित गाभे प्राप्त करता येतात. दोन एकमेकांशी समांतर, एकसारख्या पण

एकमेकांच्या विरुद्ध चुंबकीय घूर्ण असलेल्या दोन चुंबकीय सुचिकांपासुन अस्थैतिक कंपास बनविलेला असतो. पृष्ठभागाच्या निकट असलेल्या व अंदाजे एक फूट अंतर ठेवलेल्या कालव्याच्या अस्तरातील प्रबलीकरण शिगांच्यासारख्या पोलादाची स्थाननिश्चिती करण्यात तो बराच विश्वसनीय असतो. इलेक्ट्रॉनिक धातुपरिचायकामुळे १० ते १२ इंच खोलीवरील मोठाल्या शिगांची बिनचुक स्थाननिश्चिती करता येते. जर मधील अंतर वाढलेले असले तर १८ इंच खोलीवरील $\frac{1}{2}$ इंची शिगांची स्थाननिश्चिती त्याच्या सहाय्याने करता येईल. ११० व्होल्ट व ६० आवर्तनी (विद्युत्) प्रवाहावर इलेक्ट्रॉनिक धातुपरिचायक चालतो. परिचायक तयार करणे आणि तो चालविणे या संबंधीच्या सूचना मुख्य अभियंत्याच्या कार्यालयातून मिळवाव्या.

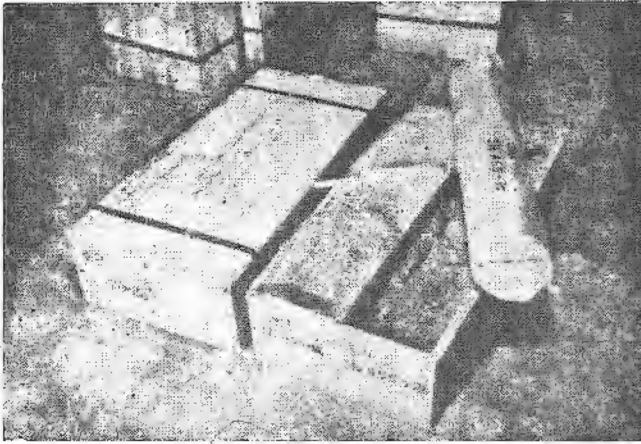
१२ इंचापर्यंत जाडीच्या दोन्ही बाजूनी सुगम असलेल्या काँक्रीटच्या भितीच्याकरिता काँक्रीटमधील प्रबलीकरणाची स्थाननिश्चिती किरणोत्सर्गी समस्थानिक तंत्राचा वापर करून करता येते. यात गामाकिरण बाहेर फेकणारा किरणोत्सर्गी समस्थानिक भितीच्या एका बाजूला ठेवतात आणि दुसऱ्या बाजूस फोटो–पट्टिका ठेवतात. त्यातून क्ष किरणासारखा आरेख प्राप्त होतो व त्यावरुन पोलादाचे स्थान दिसून येते. अति पातळ भितीच्याकरिता फोटो–पट्टिकांच्या ऐवजी गाईगर–गणक वापरता येतो.



आ. १८७

कॅलिफोर्नियातील मध्यघाटी प्रकल्पातील विलअर क्रीक वोगद्यांतील सुपरिचायित काँक्रीट गाभे. गाभ्यावर क्रमांक, स्थान चिन्हे आणि वेधक सूचना दाखविल्या आहेत.

डेन्व्हर प्रयोगशाळेत उपलब्ध असलेल्या सोयीच्या छेदन यंत्राने चांचणी करण्याकरिता वेधनित गाभ्याच्या नमुन्याचे योग्य लांबीचे तुकडे करण्यात येतात. (चांचणी कार्याकरिता पदसंज्ञा ३२ व ३३ तसेच ASTM पदसंज्ञा c ४२ पहावीत.) कोणच्यातरी वाचता येणाऱ्या ओळख चिन्हाने गाभे रंगवणे आणि वाहतूक करताना फुटणार नाहीत अशा तऱ्हेने ते पॅक करणे हे फार महत्वाचे आहे. जलरोधक कागदात गाभे गुंडाळताना जादा काळजी घ्यावी. त्यांची फितीने गच्च मोहोरबंदी करावी आणि गच्च मक्कम पेट्यांत आर्द्र भुशाने ते झाकावेत (आ. १८७ व १८८ पहा.) प्रत्येक पेटीबरोबर माहिती पत्रके पाठवून द्यावीत. प्रत्येक गाभ्याचे योग्य वर्गीकरण आणि अध्ययन करण्याकरिता आ. १८९ मध्ये दाखविलेल्या माहितीबरोबरच छिद्राच्या नक्की स्थानाची आवश्यकता असते. कॉंक्रीटमधील मिलाव्याचा प्रकार, पोलादी प्रबलीकरणाची राशि, आणि बर्मा बसविण्याकरिता मिळणारी प्रवेश्यता यांच्या प्रमाणात वेधनाचा खर्च बऱ्याच प्रमाणात बदलतो आणि अनेक अन्य तपशिलांचाही त्याच्यावर परिणाम होतो. सामान्यपणे प्रत्येक छिद्रावर प्रारंभिक क्रियेकरिता १ ते २ तास लागतात. सामान्य परिस्थितीत दर तासाला ६ इंच व्यासाच्या गाभ्याचे १ फूट वेधन करता येते.



आ. १८८

बाहेर पाठविण्याकरिता गाभ्याचे योग्य प्रकारे पॅकिंग करणे. जलरोधक कागदात चांगल्या प्रकारे गाभे गुंडाळण्यात आले आहेत आणि मक्कमपणे तयार केलेल्या गाभापेट्यांत आर्द्र भुश्यात भरीवपणे त्यांची पॅकबंदी केली आहे. PX – D – 33522

गाभा वेधनाची नोंद

युनायटेड स्टेटचा अंतर्विभाग, ब्यूरो ऑफ रेक्लमेशन. कॉंक्रीटच्या गाभ्याचे माहितीपत्रक—

प्रकरण.................................... घटक..........................

वेधन बिटचा प्रकार.................................... गाभा क्रमांक..............

वेधनाचा दिनांक.......................... वेधन करणारा..........................

वेधनाची दिशा................ गाभ्याचा व्यास................ उंची...................

वजन..................... एकक वजन द. घ. फू. स पौंड........................

बांधकाम................... बांधकामाचे स्थान...................................

बांधकामाची सध्याची अवस्था..................... वेधनाचा दरताशी वेग...........

शेरा : ....

खालील माहिती देणे इष्ट असते.

कॉंक्रीटचे गुणधर्म

सिमेंटचा छाप................ प्रकार.................... विनिर्देश क्रमांक.........

वाळू............... ज्या विनिर्देश क्रमांक प्रमाणे तयार केली तो क्रमांक............

कंकर..................... ज्या विनिर्देशाप्रमाणे तयार केला तो क्रमांक............

वापरलेला कमाल आकार........ एकूण मिलावा भाग........ प्रतिशत् वाळू........

मिश्रणातील प्रत्यक्ष प्रतवारी				राहिलेली टक्केवारी (प्रत्येक आकार)						
कंकर				वाळू						
१$\frac{१}{२}$ इं.	$\frac{३}{४}$ इं.	$\frac{३}{८}$ इं.	५$\frac{३}{१६}$ इं.	क्र. ४	क्र. ८	क्र.१६	क्र ३०	क्र.५०	क्र.१००	सू. गु.

विनिर्देश क्रमांक.............................. रेखाचित्र क्रमांक...............

कॉंक्रीटचा प्रकार.............................. सफाईची पद्धत.................

.............ने मुरवण केले.................... दिन संख्या.....................

.................पासून मिश्रण जल घेतले.

पाण्याचे रासायनिक विश्लेषण (भा. /द. ल.); एकूण विरघळलेली लवणे

Co_2......, HCo_3......, Cl......, Ca......, Co_4......, Mg......, No_3....

वजनाने जागेवरील मिश्रण................ ज/सि.............. अवपात............

७ दिवसाची संपीडक शक्ति पौं./चौ. इं........ २८ दिवस........ ९० दिवस........

द.घ. यार्डास पौंडात सिमेंटचा अंश........ द.घ. यार्डास पौंडात पोझोलानचा अंश........

द. घ. यार्डास पौंडात जलांश............ द. घ. फुटास पौंडात एकक वजन............

हवेतील तपमान......कमाल......F किमान......F मिश्रणजल......F कॉंक्रीट......F

(कॉंक्रीट) टाकल्याचा दिनांक............तास...... चांचणी नळकांडे क्रमांक........

चांचणी नळकांड्याकरिता वापरलेल्या फर्म्याचा प्रकार..............................

शेरा ....

आ. १८९

रासायनिक विश्लेषणाकरिता मातीचे आणि पाण्याचे नमुने घेणे

पदसंज्ञा – ३

१. **सामान्य चर्चा** – बांधकाम करण्यापूर्वी रासायनिक आघाताविरुद्ध पुरेशा संरक्षणाची तरतूद करण्याकरिता सर्वात उपयुक्त सिमेंटच्या प्रकाराची निवड करता यावी म्हणून माती आणि पाण्यामधील विद्राव्य सल्फेटच्या अंशासंबंधी निश्चित ज्ञान असणे अगत्याचे असते. तसेच मिश्रण आणि मुरवण या दोन्हींकरिता वापरण्यात येणाऱ्या पाण्याच्या दर्जाची माहिती असणे महत्वाचे असते. काळजीपूर्वक जमा केलेल्या मातीच्या आणि पाण्याच्या नमुन्यांवर डेन्व्हर प्रयोगशाळेत केलेल्या रासायनिक विश्लेषणावरून ही माहिती प्राप्त करता येते.

नमुने घेण्याची पद्धत परिणामकारक नसली तर प्रयोगशाळेतील विश्लेषणाचे निष्कर्ष मातीमोल होतात. तसे होऊ नये म्हणून नमुने घेताना खालील बाबी विचारात घ्याव्यात.

(अ) पर्जन्य आणि तपमानासारख्या हवामानाच्या परिस्थितीमुळे आणि तसेच जल–स्तरातील चढउतारामुळे आणि स्थलवर्णनात्मक लक्षणे, मातीचा प्रकार आणि वनस्पतींची वाढ यांच्यामुळे विशिष्ठ मातीतील विद्राव्य सल्फेटच्या लवणांच्या संकेंद्रणावर बराच परिणाम होतो.

(आ) पावसाळ्यात अगर त्यानंतर लगेच पृष्ठभागापासून २ फूट ते १२ फुटापर्यंत खोलीवरचे माती व पाण्याचे नमुने गोळा करणे इष्ट असते. मातीची पारगम्यता, सामान्य जलपातळीचे उद्दर्शन आणि पर्जन्यराशि व त्याचे वितरण यांच्यावर खोली अवलंबून असते. खोदकामाच्या जागेच्याप्रमाणे जेथे जलपृष्ठ भूपृष्ठावर अगर त्याच्याजवळ असते तेथे पृष्ठावरील नमुने, जरी ते अनेक वेळा संकेंद्रणाचे अगर तनुकरणाचेसुद्धा प्रातिनिधिक असतात तरीही, मौल्यवान असतात.

(इ) चांचणी गर्तातील झिरपण–जलाच्या नमुन्यांच्यावर अति प्रमाणात विसंबून राहू नये. कारण अपवाही जल अगर पर्जन्यामुळे तनुकरण अगर बाष्पीभवनामुळे होणाऱ्या संकेंद्रणामुळे असे नमुने प्रातिनिधिक असतीलच असे नाही. जर अशा पाण्याच्या नमुन्यांच्या बरोबर त्याच जागेच्या मातीचे प्रातिनिधिक नमुने ठेवलेले असतील तर ते अनेक वेळा मौल्यवान असतात. भूजलांचे नमुने नेहमीच मौल्यवान असतात.

(ई) पृष्ठभागावरील खाचखळग्यांतून मातीचे नमुने घेणे ही चांगली प्रथा असते. नमुना अहवालात भोवतालच्या क्षेत्रातील पृष्ठीय पटलीकरण–क्षाराच्या अन्य पुराव्याचा समावेश केलेला असावा.

(उ) सामान्यपणे ज्या ठिकाणी विस्तृत प्रमाणात वनस्पती उगवल्या आहेत तेथील मातीचे नमुने घेऊ नयेत. या नियमाला संभाव्य अपवाद खाऱ्या जमिनीत उगवणाऱ्या साल्टबुश अगर ग्रीजवुड सारख्या झुडुपाजवळ नमुने घेणे हा आहे. झुडुपाच्या मुळाच्या खाली अंदाजे २ फूट खोलीवर असे नमुने घ्यावेत.

(ऊ) दीर्घकालीन शुष्क ऋतुमानात पृष्ठभागावरच्या परिक्षा-गर्तातील खुदाईतल्या-सारखे आधीच खोदलेल्या द्रव्याच्या ढिगातून मातीचे नमुने घेण्यास हरकत नाही. जेव्हा ही क्रियापद्धति वापरण्यात येते तेव्हा पावसामुळे रासायनिक क्षारांचा निचरा ज्या मातीतून झाला आहे अशा मातीचे नमुने घेण्याचे टाळण्याची काळजी घ्यावी.

(ए) कॉंक्रीट तयार करण्याकरिता अगर त्याच्या मुरवणाकरिता योजिलेल्या पाण्याचे नमुने, कॉंक्रीटच्या कामाकरिता ज्या स्थानावरून प्रत्यक्ष पाणी आणले जाईल तेथीलच घ्यावेत. किमान १० मिनिटे पाणी मुक्तपणे वाहू द्यावे आणि नमुना गोळा करण्यापूर्वी त्याची भांडी पाण्याने विसळून घ्यावीत.

२. **नमुने घेणे आणि त्यांची पाठवणी** – मातीचे नमुने किमान १ पौंड वजनाचे असावेत आणि ते फळांच्या बरण्या अगर कागदी डब्यांतून पाठवावेत. पाण्याचे नमुने किमान एका पिंटाचे असावेत, आणि ते एक पिंटाच्या स्वच्छ फळांच्या घट्ट बुचे बसविलेल्या बरण्यांतून अगर पॉलिथिलीनच्या सुनम्य बाटल्यांतून पाठवावेत. काचेची नमुन्याची भांडी पाठवली जात असताना फुटू नयेत म्हणून चांगल्या प्रकारे पॅकबंद करावीत. नमुने, कोलो. डेन्व्हर येथील डेन्व्हर संघीय केंद्र इमारत क्र. ५३ येथे मुख्य अभियंत्याकडे पाठवावेत. नमुन्याबरोबर ज्या प्रकारची माहिती पाठवावयाची ती सा. २९ मध्ये दाखवली आहे

सारणी क्र. २९

माती आणि पाण्याच्या नमुन्यांची आधार–सामुग्री
प्रकल्प – मून नदी, व्योमिंग
घटक – पश्चिम कालवा पार्श्विक A 2
दिनांक – २५ मार्च १९६२

नमुना क्र.	स्थान केंद्र क्र.	बांधकामाची जागा	पृष्ठभागाचे उद्दर्शन	नमुन्याचे उद्दर्शन	मातीचे अर्गीकरण आणि वर्णन [1]
१	१२२५ + ५२	सायफन	४९१६.०	४९१२.५	भ्रंश झालेले शेल (CL).
१अ	१२३० + ००	सायफन	४८६५.५	४८६२.५	चिकण मातीमय वाळू(SC).
२	१३६० + २५	सांडवा	मध्यरेषवर नैसर्गिक पृष्ठभागाखाली २ फूट		गाळमय कंकर (GM).
३	१३८०.००	कालवा	खोदलेला छेद		झिरपणारे पाणी

१: ब्यूरोची मृत्तिका नियमपुस्तिका पहा.

शेरा– डबके रिकामे केल्यानंतर ते भरले जात असताना झिरपणारे पाणी जमा केले आहे.

वाळूचे चाळणीवरील विश्लेषण

पदसंज्ञा – ४

१. नमुने – पदसंज्ञा १ प्रमाणे क्षेत्रीय नमून्यांतून चाचणी नमुना प्राप्त करण्यात येतो. नमुना–विभाजक वापरून घेतलेला नमुना अधिक पसंत केला जातो. विभाजकात अडकून बसण्याइतकी वाळू ओली नसेल तर, चाचणी नमुना प्राप्त करण्यापूर्वी संपूर्ण क्षेत्रीय नमुना कोरडा करण्याची जरुरी नसते. नमुना–विभाजकातील एका विभागातील संपूर्ण भाग चांचणीत वापरावा. चाळणी विश्लेषण करण्याच्या आधी चांचणी नमुना २३०°F पेक्षा जास्त नसलेल्या तपमानात भरीव प्रमाणात वजन स्थिर राहील असा कोरडा करावा.

कॉंक्रीटमधील वाळूच्याकरिता, वाळूच्या सूक्ष्मतेवरून चाचणी नमुन्याचे वजन निश्चित करावे. बारीक चाळण्यांवर खालील नमुन्यापेक्षा बरेच मोठे कण असणाऱ्या नमुन्यावरून अचूक निष्कर्ष मिळणार नाहीत.

वाळूचा प्रकार	नमुन्याचे निव्वळ वजन-ग्रॅम्स
भरड वाळू (सू. गु. २.५०–३.५०)	४००–८००
सूक्ष्म वाळू (सू. गु. १.५०–२.५०)	२००–४००
अति सूक्ष्म वाळू (सू. गु. ०.५०–१.५०)	१००–२००

२. **पद्धति** – यंत्रचलित अगर हातकंपनक वापरून ८ इंची चाळणीतून दर्शविलेल्या आकाराचा प्रातिनिधिक नमुना चाळून वाळूचे चाळणी विश्लेषण केले जाते. ८ इंचापेक्षा जास्त व्यासाच्या चाळण्या वाळूच्या विश्लेषणाकरिता वापरू नयेत.

३. **यांत्रिकी कंपनक वापरणें** – (अ) वापरण्यात येणाऱ्या चाळण्या ४, ८, १६, ३०, ५०, आणि १०० या क्रमांकाने निदर्शित केलेल्या मानक चौरस जाळीच्या असतात. सारणी ३० मध्ये दिलेल्या गरजांशी अनुरूप असे तारेचे आकार आणि चाळणीची छिद्रे असावीत.

(आ) १ मिनिटाच्या कालावधीत एक टक्क्यापेक्षा जास्त नाही इतका शेषभाग कोणत्याही चाळणीवरून जाईपर्यंत (वाळू) चाळणे चालू ठेवण्यात येते. वेळेची बचत करणे आवश्यक नसेल तर कंपनक १० मिनिटे चालू ठेवावा.

(इ) ४ थ्या क्रमांकाच्या चाळणीवरील राहिलेल्या द्रव्यापासून सुरवात करून थाळीतील सर्व द्रव्याचे वजन होईपर्यंत चाळणीचे आकार क्रमाक्रमाने कमी करुन त्यातुन चाळून घेतलेल्या द्रव्याचे वजन हे संचयित वजन असते. वजन कमीत कमी ग्रॅमच्या परिमाणापर्यंत करावे. प्रत्येक चाळणीवरील द्रव्य थेट तराजूच्या पारड्यात ओतत नाहीत. प्रथम ते सोयीस्कर अशा सहाय्यक थाळीत अगर कागदावर घेऊन नंतर ते तराजूच्या पारड्यात ओततात. असे करण्याने द्रव्य ओसंडून जात नाही.

सारणी क्रमांक ३०

युनायटेड स्टेट्सची मानक चाळण द्वारे आणि तारेचे व्यास[१]

चाळणी क्रमांक अगर इंचात आकार	चाळणीतील सरासरी छिद्र		तारेचा सरासरी व्यास	
	मिलिमीटर	इंच	मिलिमीटर	इंच
२००	०·०७४	०·००२९	०·०५३	०·००२१
१००	·१४९	·००५९	·११०	०·००४४
५०	·२९७	·०११७	·२१२	०·००८४
३०	·५९	·०२३२	·३५	०·०१४०
१६	१·१९	·०४६९	·६०	०·०२३६
८	२·३८	·०९३७	·९२	०·०३६२
४	४·७६	·१८७	१·४१	·०५६
३/८	९·५२	·३७५	२·३१	·०९२
१/२	१२·७	·५०	२·७४	·१०८
३/४	१९·१	·७५	३·५०	·१३८
१	२५·४	१·००	३·९६	·१५६
१ १/२	३८·१	१·५०	४·५	·१७८
२	५०·८	२·००	५·२	·२०२
३	७६·२	३·००	६·४	·२५५

१. " चांचणीच्या कामाकरिता वापरण्यात येणाऱ्या विनिर्देश A S T M पदसंज्ञा $E_{११}$ " च्या गरजाशी ही मापे अनुरूप आहेत.

(ई) चाळण्या स्वच्छ करण्याकरिता तयार ठेविलेल्या ब्रशाने प्रत्येक चाळण काळजी-पूर्वक स्वच्छ करावी. तुटलेल्या अगर ताणलेल्या चाळण्या वापरल्या जाऊ नयेत म्हणून त्यांची वारंवार तपासणी करणे जरुरीचे असते.

(उ) प्रतवारीची अधीक चांगली कल्पना येण्याकरिता आकारांची दृश्य योजना करावी.

(ऊ) (नजीकच्या पूर्ण टक्केवारीच्या स्वरूपात अभिव्यक्त केलेल्या) एकूण वजनाच्या टक्केवारीत ही संचवित वजने रूपांतरित करण्यात येतात आणि ५ व्या परिच्छेदात दर्शविल्याप्रमाणे सूक्ष्मता गुणांक संगणित करण्यात येतो.

४. **हाताने कंपन करणे** – ज्या ठिकाणी यांत्रिकी सुविधा उपलब्ध नसतात तेथे ८ इंच व्यासाच्या चाळण्यांच्या एका संचातून प्रातिनिधिक नमुन्याचे हाताने कंपन करून चाळणी विश्लेषण करावे. एका मिनिटांत वजनाने एका टक्क्यापेक्षा जास्त नाही इतके शेष द्रव्य कोणत्याही चाळणीवरून जाईपर्यंत चाळण्याचे काम चालू ठेवावे. अन्यथा क्रियापद्धति पूर्वी दर्शविल्याप्रमाणेच सामान्यपणे असते.

५. **सूक्ष्मता गुणांक** – क्र. ४ पासुन क्र. १०० पर्यंतच्या सर्व सहा मानक चाळण्यांच्यावर राहिलेल्या द्रव्याच्या संचयित टक्केवारीची बेरीज करून आणि त्या बेरजेला १०० नी भागून वाळूचा सूक्ष्मता गुणांक संगणित करण्यात येतो. सूक्ष्मता गुणांकाच्या संगणानासह नमुनेदार वाळूच्या विश्लेषणाचे निष्कर्ष पुढील कोष्टकात दाखविले आहेत.

चाळणी क्रमांक	चाळणीवर राहिलेली संचयित टक्केवारी	राहिलेली व्यक्तिगत टक्केवारी
४....................	१	१
८....................	१९	१८
१६....................	३९	२०
३०....................	५८	१९
५०....................	७६	१८
१००....................	९२	१६
पॅन	—	८
	२८५	१००

२८५ ÷ १०० = २.८५ सूक्ष्मता गुणांक

भरड मिलाव्याचे चाळणीवरील विश्लेषण

पदसंज्ञा – १

१. **पद्धति** – भरड मिलाव्याचे निरनिराळ्या आकारात विलगन करण्यात येते आणि व्यक्तिगत आकाराचे वजन केले जाते. जर निर्धारित आणि विश्लेषण केलेल्या चिकटणाऱ्या सूक्ष्म द्रव्याच्या राशी त्यात बऱ्याच प्रमाणात नसतील तर ह्या चांचणीकरिता ओलसर नमुने कोरडे करण्याची जरूरी नाही. कमाल १½ इंच आकाराच्या मिलाव्याकरिता १०० पौंडापेक्षा कमी नाही इतके द्रव्य वापरावे आणि त्यापेक्षाही जास्त मोठ्या आकाराच्या मिलाव्याकरिता ५०० पौंडापेक्षा कमी नाही इतके द्रव्य वापरणे अधिमान्य असते.

२. **चाळण्या** – ह्या चाळण्या ६ इंच, ३ इंच, १½ इंच, ¾ इंच, ⅜ इंच आणि ४ नंबराच्या आकाराच्या अगर अन्य आकाराच्या चौरस जाळीच्या मानक चाळण्या असतात, व त्या विनिर्देशीय गरजांप्रमाणे द्रव्यांच्या चांचणीकरिता जशा लागतील तशा वापरण्यात येतात. सारणी ३० मध्ये दिलेल्या गरजांशी सातत्य असणारे अगर अनुरूप असे तारेचे आकार आणि चाळण्यांतील छिद्रे असतात.

(संगणित केलेल्या) संयुक्त वाळू आणि भरड मिलाव्याचे चाळणी विश्लेषण

पदसंज्ञा – ६

दिलेल्या मिश्रणाकरिता करण्यात येणारे संयुक्त वाळू आणि भरड मिलाव्याचे चाळणी विश्लेषण, वाळूचे चाळणी विश्लेषण आणि भरड मिलाव्याच्या प्रत्यक अंशाचे (कमी आकार आणि जास्त आकाराच्या व्याप्तीतील) संपूर्ण चाळणी विश्लेषण यांच्यापासून प्राप्त करावे. संयुक्त प्रतवारीचे वक्र आरेखित करण्यासाठी वापरण्याकरिता पुरेसे अचूक असे अंदाजी विश्लेषण प्रमाणनियंत्रक संयंत्रापाशी केलेल्या नित्याचा प्रतवारीच्या चांचण्यावरून संगणित करावे.

मिलाव्याची शैलवर्ग विवरणात्मक परीक्षा

पदसंज्ञा –७

१. **सामान्य चर्चा** – ह्या चाचणीत दृश्य तपासणीचा आणि शैलवर्ग विवरणात्मक आणि रासायनिक फरकाप्रमाणे भरड आणि सूक्ष्म मिलाव्यातील घटकांच्या वियोजनाचा संबंध असतो.

२. **उपकरण** (अ) – सारणी ३०, पदसंज्ञा ४ शी अनुरूप असणाऱ्या चाळण्या.

(आ) २ किलोग्रॅम क्षमता आणि ०.१ ग्रॅम इतका संवेदनशील असलेला तराजू.

(इ) खडे फोडण्यास उपयुक्त अशी ऐरण आणि हातोडी. थाळीत अगर अन्य तऱ्हेने कपच्याची हानि कमीत कमी होईल अशा तऱ्हेचे आयोजन होईल अशी ऐरण बसवावी.

(ई) हातभिंग, त्रिविमितीय सूक्ष्मदर्शी, शैलवर्ग विवरण सूक्ष्मदर्शी, आणि खडक व खनिजाची शैलवर्ग विवरणात्मक तपासणी करण्यास आणि ओळख पटण्यास जरुर असणारी पुरेशी सहाय्यक उपकरणे

३. **क्रिया पद्धति** – (अ) निरनिराळ्या आकाराच्या पुढे दिलेल्या किमान राशी मिळण्याकरिता पुरेशा मिलाव्यांचे कामचलाऊ चाळण करावे.

मिलाव्याचा आकार	वजन, ग्रॅम
१½ इंच ते ¾ इंच	४०००
¾ इंच ते ⅜ इंच	१०००
⅜ इंच ते ³⁄₁₆ इंच	२००
³⁄₁₆ इंच ते क्र. ८	१००
क्र. ८ ते क्र. १६	५०
क्र. १६ ते क्र. ३०	२५
क्र. ३० ते क्र. ५०	२५
क्र. ५० ते क्र. १००	२५
उणे क्र. १०० ते पॅन	१०

(आ) कॉंक्रीटच्या समस्यांशीपरिचित असलेल्या अर्हता प्राप्त शैलवर्ग विवरकांकडून मिला-व्याची परीक्षा करून घ्यावी. वरील प्रत्येक आकाराच्या अंशभागाचे व्यक्तिगत परीक्षण करावे.

(ओपल, कॅल्शियम कार्बोनेट अगर जिप्समसारख्या) खनिज पदार्थांचे (किंवा) गाळमाती अगर चिकणमातीचे कणावर लेपन झाले अगर कसे हे निश्चित करण्याकरिता प्रत्येक अंशभागाची तपासणी करण्यात येते. सेंद्रिय लेपन होण्याचीही शक्यता असते. जर असे लेप अस्तित्वात असले तर त्यांची माहिती करून घेतली जाते आणि शैलवर्ग-विवरणात्मक अगर रासायनिक तंत्रांनी त्यांचे मूल्यमापन करण्यात येते. कॉंक्रीटच्या दर्जावर आणि टिकाऊपणावर लेपांच्या होणाऱ्या भौतिक आणि रासायनिक संभाव्य परिणामांची नोंद करण्यात येते जर लेपन झालेले असले तर प्राथमिक तपासणी केल्यावर लेप काढून टाकण्याकरिता मिलावा धुवावा. २२०° F ते २३०° F इतक्या तपमानात नमुना भट्टीत वाळवावा व त्यावेळी प्रक्षोभनाची मात्रा आणि लेपन पदार्थ अगर नरम कणांचे किती प्रमाणात विघटन होत आहे याचे निरीक्षण करावे आणि ते काढून टाकावेत. कणाचा आकार आणि इतर संबंधित गुणधर्म निश्चित करण्याकरिता नमुन्याचे आणखी परीक्षण करण्यात येते. (हातोडीने ऐरणीवर प्रत्येक कण फोडून) भरड मिलाव्यातील अंश-भागांचे कणाकणाने परीक्षण केले जाते आणि हातभिंग अगर सूक्ष्मदर्शीने अभिज्ञात केले जाते. तीन निकष लावून व्यक्तिगत कण वेगळे करण्यात येतात.

(१) शैलवर्ग-विवरणात्मक अभिज्ञान (२) भौतिक अवस्था आणि (३) कॉंक्रीटमध्ये अपेक्षित केलेले रासायनिक स्थैर्य. प्रत्येक वर्गाचे नावाने (उदाहरणार्थ-ग्रॅनाईट वालुकाश्म, चुनाश्म आणि झिजलेला बॅसाल्ट असे) वर्गीकरण करण्यात येते आणि खालील परिमाणा-नुरूप त्याच्या गुणधर्माप्रमाणे त्यांना पदसंज्ञा देण्यात येते.

(१) भौतिक गुणधर्म

कोणत्याही हवामानाच्या परिस्थितीत कॉंक्रीटमध्ये उच्च शक्ति,टिकाऊपणा आणि अपघर्षी प्रतिरोधकता आणि टिकाऊपणा यांना सहाय्यभूत होतील असे मिलाव्यातील चांगले कण.

कोणत्याही हवामानाच्या परिस्थितीत कॉंक्रीटमध्ये उच्च अगर मध्यम शक्ति,अपघर्षी प्रति-रोधकता आणि टिकाऊपणा यांना सहाय्यभूत होतील असे मिलाव्यातील समाधानकारक कण.

आदर्श परिस्थितीत कॉंक्रीटमध्ये मध्यमशक्ति, टिकाऊपणा, आणि अपघर्षी प्रतिरोधकता यांना सहाय्यभूत होतील पण तीव्र परिस्थितीत ज्यांची भौतिक हानि होण्याची शक्यता असते असे मिलाव्यातील सधारणपणे बरे कण.

कोणत्याही हवामान परिस्थितीत कॉंक्रीटमध्ये अल्प शक्ति आणि कमी टिकाऊपणा असण्यास सहाय्यभूत असणारे आणि तीव्र हवामानाच्या परिस्थितीत कॉंक्रीटची हानि होण्यास कारणीभूत होतील असे मिलाव्यातील निकृष्ट कण.

(२) रासायनिक गुणधर्म

कॉंक्रीटला हानिकारक क्षार-मिलावा प्रक्रिया होण्यास कारणीभूत न घेणारे मिलाव्याचे अनुपद्रवी कण.

कण आणि सिमेंटक्षारांच्या दरम्यान रासायनिक प्रक्रिया होऊन काँक्रीटवर प्रतिकूल परिणाम निर्माण करतील असे मिलाव्यातील हानिकारक कण, जर मिलाव्यात हानिकारक कण भरीव प्रमाणात असेल तर, मंद-क्षार सिमेंट अगर पोर्टलंड सिमेंट आणि पोझालानचे परिणामकारक संमिश्रण वापरण्याची शिफारस करावी.

कंकराचे विश्लेषण पूर्ण झाल्यावर प्रत्येक वर्गातील कणांची मोजदाद करावी आणि संपूर्ण नमुन्यातील कणांच्या टक्केवारीत त्यांचे संगणन करावे.

सूक्ष्म मिलाव्यातील प्रत्येक अंशभाग द्विनेत्री सूक्ष्मदर्शीने तपासण्यात येतो. सामान्यतः सूक्ष्म मिलाव्याच्या अंशभागांच्या संपूर्ण वियोजनाची आवश्यकता नसते परंतु भौतिकरीत्या दुर्बल आणि रासायनिकरीत्या हानिकारक कणांचे वियोजन करावे आणि शैलवर्ग विवरणात्मक ओळख करून गुणधर्माविषयी यथोचित अभिधान सूचित करावे. ५० क्र. च्या चाळणीतून जाणाऱ्या अंशभागांचे, निमज्जन तेलात, शैलवर्ग विवरणात्मक सुक्ष्मदर्शीने, दुर्बल अगर पदार्थाचे हानिकारक अस्तित्व आणि अंदाजी राशि निश्चित करण्याकरिता, सामान्यपणे परीक्षण करण्यात येते.

४. **शैलवर्ग विवरणात्मक परीक्षणांचा रिपोर्ट करणे** – शैलवर्ग विवरण करणारा. आपले परीक्षण आणि विश्लेषण पूर्ण झाल्यावर आपल्या निरीक्षणाचा आणि कार्यात अपेक्षित असलेल्या परिस्थितीत मिलाव्याच्या उपयुक्ततेसंबंधी काढलेल्या निष्कर्षांचा संक्षिप्त अहवाल तयार करतो आणि त्यात मिलाव्याच्या वापरासंबंधी अवश्य असणाऱ्या गुणधर्मासंबंधी अगर विशिष्ट गुणधर्माचे महत्व विशद करण्याकरिता विशेष चांचण्या करण्याच्या जरुरीबद्दल सूचना देतो.

मिलाव्याच्या शैलवर्ग विवरणात्मक विश्लेषणाच्या अहवालाची कोष्टके (उदाहरणादाखल दिलेल्या ३१ व ३२ सारण्या पहा) तयार करण्यात येतात. अशा कोष्टकात प्रत्येक घटकाकरिता त्याचे शैलवर्ग विवरणात्मक अभिज्ञान, त्याची प्रमाणे, त्याची मूलभूत वैशिष्ट्ये आणि त्याच्या भौतिक व रासायनिक गुणधर्माचा शैलवर्ग विवरण करणाऱ्याने केलेला अंदाज यांचे निदर्शन केलेले असते.

सिमेंटमधील आभासी पक्वता

पदसंज्ञा – ८

१. **सामान्य चर्चा** – पोर्टलंड सिमेंट मध्ये आभासी पक्वता आहे काय हे निश्चित करण्याकरिता ही चाचणी केली जाते.

२. **उपकरणे** (अ) – २ किलोग्रॅम क्षमता आणि ०.१ ग्रॅमपर्यंत संवेदनशील असलेला तराजू

(आ) विकॅट उपकरण (आ. १९० पहा.)

(इ) ४ इंच चौरस काचपट्ट्या.

(ई) रबरी हातमोजे.

(उ) सेकंद काटा असलेले थोप घड्याळ अगर घड्याळ.

सारणी ३१

भरड मिलाव्याचे उदाहरणादाखल केलेले सामान्य शैलवर्ग-विवरणात्मक सामान्य विश्लेषण.

खडकाचा प्रकार	वजनी टक्केवारी			खडकांच्या प्रकाराचे वर्णन	गुणधर्म	
	$1\frac{1}{2}$ ते $\frac{3}{4}$ इंच	$\frac{3}{4}$ ते $\frac{3}{8}$ इंच	$\frac{3}{8}$ ते $\frac{3}{16}$ इंच		रासायनिक	भौतिक
ग्रॅनाइट	१.७	९.०	११.५	किंचित ते सौम्य प्रमाणात झिजलेला, मध्यम प्रकारे दाणेदार, कठीण,	अनुपद्रवी	समाधानकारक
ऱ्हायोलाइट पॉर्फायरिक	१.५	१.१	०.९	किंचित ते सौम्य प्रमाणात झिजलेला, एफॅनायटिक पार्फायरिक, कठीण	अनुपद्रवी	समाधानकारक
अँडेसाइट पॉर्फायरिक	२९.५	१७.९	१०.५	किंचित ते सौम्य प्रमाणात झिजलेला, ॲफेनायटिक ते सूक्ष्म कणीदार, कठीण	अनुपद्रवी	समाधानकारक
झिजलेला अँडेसाइट पॉर्फायरिक	११.९	१०.६	९.१	सौम्य प्रमाणात झिजलेला, भ्रंश झालेला, भक्कम ते कठीण	अनुपद्रवी	बरा
खोलपर्यंत झिजलेला अँडेसाइट पॉर्फाराइट	९.८	३.९	२.५	खोलपर्यंत झिजलेला, भ्रंश झालेला, अवशोषक, भक्कम ते कठीण	अनुपद्रवी	निकृष्ट
अँडेसाइट	१८.१	२९.३	२२.६	किंचित ते सौम्य प्रमाणात झिजलेला, ॲफेनायटिक ते काचेसारखा कठीण	हानिकारक	समाधानकारक
बेसाल्ट	२१.९	२१.८	२०.५	ताजा ते किंचित झिजलेला, अफेनाइटिक ते काचेसारखा, चांगला बंध असलेला, वैशिष्ट्यपूर्ण	अनुपद्रवी	चांगला
चॅल्सेडोनिक चर्ट	२.०	३.१	५.४	कठीण, भरदार, बंधवैशिष्ट्ये निकृष्ट असलेला	हानिकारक	बरा
क्वार्टझाइट	३.६	४.०	७.०	कठीण, भरभक्कम, सूक्ष्म कणीदार	अनुपद्रवी	समाधानकारक

३. **नमुना तयार करणे** – चाचणी करावयाच्या सिमेंटचे ५०० ग्रॅम वजन करून घ्यावे व अनावशोषक पृष्ठभागावर त्याचा कोनाकार ढीग करावा. ढिगाच्या मध्यावर एक विवर पाडावे आणि त्यात योग्य संघनता येण्यापुरते पुरेसे पाणी ओतावे. (योग्य संघनतेच्या खुलाशाकरिता परिच्छेद ४ पहावा.) ३० सेकंदाच्या आत थापीने बाहेरचे कोरेवरचे सिमेंट विवरात घालावे. पाण्याच्या अवशोषणाकरिता आणखी ३० सेकंदाचा कालावधी ठेवून नंतर ३ मिनिटेपर्यंत हाताने जोरजोराने मिश्रण करून पिळवटून आणि तिंबून ही क्रिया पूर्ण करण्यात येते. रबरी हातमोजे घालून हाताचे संरक्षण करावे.

सारणी ३२

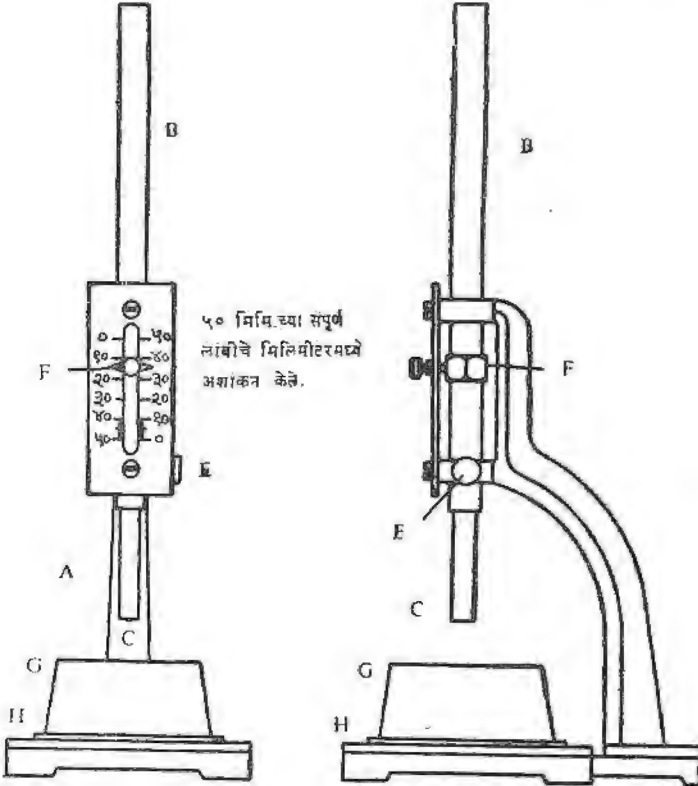
गुणवत्तेकरिता उदाहरणादाखल केलेल्या भरड मिलाव्यांचे शैलवर्ग–विवरणात्मक विश्लेषण.

गुणवत्तेची मात्रा		वजनात टक्केवारी		
		१$\frac{१}{२}$ ते $\frac{३}{४}$ इंच	$\frac{३}{४}$ ते $\frac{३}{८}$ इंच	$\frac{३}{८}$ ते $\frac{३}{१६}$ इंच
रासायनिक	निरुपद्रवी	७९.९	६७.६	६२.०
	हानिकारक(१).......	२०.१	३२.४	३८.०
भौतिक	समाधानकारक.......	५४.४	६०.६	६२.५
	बरा	१३.९	१३.७	१४.५
	निकृष्ट	९.८	३.९	२.५

१. उच्च प्रमाणात क्षार असलेल्या सिमेंटचे.

४. **आभासी पक्वतेची चाचणी** – मिश्रणाचे काम पुरे केल्यानंतर हातमोजे घातलेल्या हाताने गंधाचा चेंडू जलद करण्यात येतो. एका तळहातावर चेंडू ठेवून १९० व्या आकृतीतील दुसऱ्या हातात धरुन ठेवलेल्या G ह्या कोनाकार कड्याच्या मोठ्या तोंडात तो दाबून घालण्यात येतो व गंधाने कडे पूर्ण भरण्यात येते. H या काचपट्टीवर मोठे तोंड राहील अशा तऱ्हेने कडे ठेविण्यात येते. नंतर मोठ्या तोंडावरील जादा गंध एकदाच हात फिरवून काढून टाकण्यात येते. कड्यात अडकून राहिलेल्या H या पट्टीवर असलेले गंध B या दंडाखाली केंद्रित करण्यात येते. C च्या दट्ट्याचे टोक गंधाच्या पृष्ठभागाच्या सान्निध्यांत आणले जाते आणि सेटस्क्रू घट्ट करण्यात येतो. F हा चलनिदर्शक मापाच्या वरील शून्याच्या खुणेपाशी आणण्यात येतो आणि मिश्रणकाल पूर्ण झाल्यानंतर बरोबर $\frac{१}{४}$ मिनिटापर्यंत (१५ सेकंद) E हा सेटस्क्रू सैल करुन दंड B मोकळा केला जातो. चाचणी करीत असताना उपकरण सर्व (प्रकारच्या) कंपनापासून मुक्त असावे. दंड मोकळा झाल्यानंतर ३० सेकंदाच्या आत तो मूळ पृष्ठभागाच्या

३५ ± २ मिलिमीटर इतका खाली जातो तेव्हा गंध योग्य संघनतेचे आहे असे मानण्यात येते. ही संघनता प्राप्त होईपर्यंत निरनिराळ्या टक्केवारीत चाचणी–गंधात पाणी घालून ती प्राप्त करावी.



आ. १९०

सिमेंटच्या आभासी पक्वतेची चांचणी करण्याकरिता वापरण्यात येत असलेले विकॅट उपकरण. 288 – D – 1551

वरीलप्रमाणे प्रारंभिक प्रवेश्यतेची गरज पुरी केल्यानंतर गंधातून दट्टया काढून घेण्यात येतो व स्वच्छ करण्यात येतो, आणि नवीन स्थानावर कडे–पट्टी पुन: ठेविण्यात येते. विकॅट कड्यात अवरूद्ध असलेल्या गंधात किमान विक्षोभ होईल अशा रीतीने ही क्रिया करावी. दट्टया गंधाच्या पृष्ठभागाच्या संपर्कात पुन: आणण्यात येतो, सेटस्क्रू घट्ट केला जातो आणि मापावरील वरच्या शून्याच्या खुणेपाशी चल–निदर्शक आणला जातो.

प्रारंभिक मिश्रण काल संपल्यानंतर ५ मिनिटांनी दट्टया मोकळा केला जातो आणि प्रवेश्यता मिलिमिटर्समध्ये मापन करण्यापूर्वी ३० सेकंद अवस्थापित होऊ दिला जातो. जर पहिल्या आणि अंतिम प्रवेश्यतेतील फरक १७ मिलिमीटरपेक्षा जास्त असेल तर सिमेंटमध्ये आभासी पक्वता आहे असे मानण्यात येते.

वाळूचे विशिष्ट गुरुत्व आणि अवशोषण

पदसंज्ञा – ९

घनत्वमापी पद्धत

१. **सामान्य चर्चा** – वाळूचे विशिष्ट गुरुत्व आणि अवशोषणाच्या (संपृक्त पृष्ठशुष्क आधार.) संबंधात ही पद्धत वापरण्याचा उद्देश असतो. $\frac{3}{4}$ इंचापर्यंतच्या लहान कंकराच्या आकारांचीसुद्धा ह्या पद्धतीने चाचणी करावी. पदसंज्ञा ११ तील "इ" या पद्धतीप्रमाणेसुद्धा प्रत्यक्ष मापन करून विशिष्ट गुरुत्व आणि अवशोषण निर्धारित करण्यास हरकत नाही.

२. **उपकरण** – (अ) तोंड समपातळीत घासलेल्या आणि काचेची तबकडी बसविलेल्या एक क्वार्ट मापाच्या काचेच्या फळाच्या बरणीचा घनत्वमापी बनविलेला असतो.

(आ) दोन किलोग्रॅम क्षमता आणि ०.१ ग्रॅमपर्यंत संवेदनशील असलेला एक तराजू –

(इ) आवश्यक ती नळी, जोड आणि गेज यांची अडकून राहिलेली हवा काढून टाकण्याकरिता तरतूद केलेला एक निस्यंदक पंप. (ह्या तरतूदीची जरूरी नसली तरी ती पसंत करण्यात येते)

(ई) खोलीच्या तपमानाइतके पाण्याचे तपमान राखण्यासाठी ५ गॅलन क्षमतेची पाणी साठविण्याची बरणी.

(उ) नमुना–विभाजक आणि तापमापी.

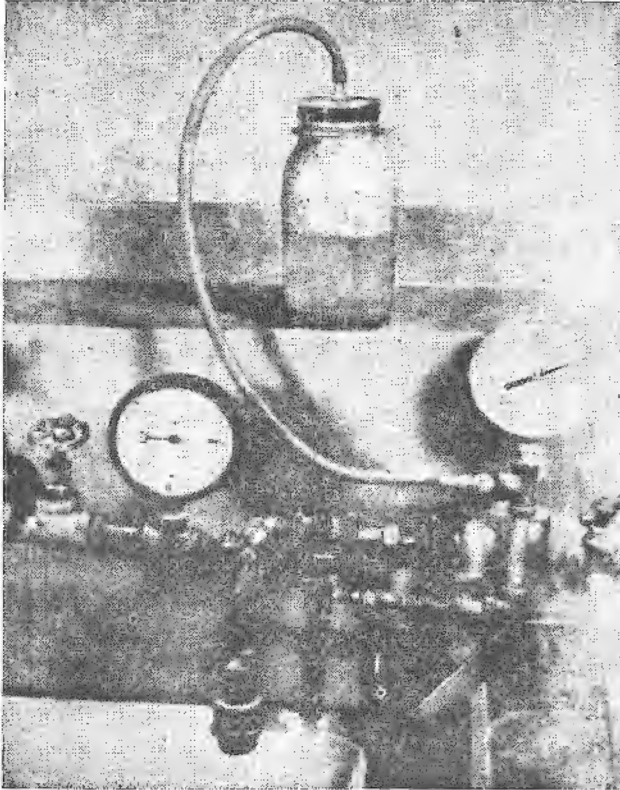
३. **घनत्वमापीचे समापन** – सुमारे ४०° ते ९०° Fपर्यंतच्या निरनिराळ्या पाण्याच्या तपमानाकरिता घनत्वमापी बरणीचे समापन केलेले असणे सोयीस्कर होईल. ज्ञात तपमानाचे पाणी बरणीत भरून अडकून राहिलेली हवा काढून टाकण्याकरिता निर्वातन करून अगर पाणी हालवून आणि तबकडीसह बरणीचे वजन करून ही क्रिया करण्यात येते. प्राप्त केलेल्या बिंदूतून, वजन ही कोटी आणि तपमान हा भुज धरून, एक वक्र आरेखित करण्यात येते. घनत्वमापीचे वजन W, पाण्याचे विशिष्ट तपमान असताना, वक्रावरून नंतर निवडता येते.

४. **क्रियापद्धति** – (अ) नमुना–विभाजकाने अगर अन्य सोयीस्कर साधनांनी संपृक्त पृष्ठशुष्क द्रव्याचा १२०० ते १५०० ग्रॅम्सपर्यंत प्रातिनिधिक नमुना प्राप्त केला जातो. अंदाजे एकसारखे भाग होतील असे नमुन्याचे विभाजन करण्यात येते व त्यातून

६०० ते ७०० ग्रॅम इतकी एकसारखी वजने असलेल्या २ नमुन्यांचे वजन करण्यात येते. संपृक्त पृष्ठशुष्क द्रव्याच्या ह्या वजनाची B अशी नोंद करण्यात येते.

(आ) एक नमुना भट्टीत ठेवण्यात येतो आणि वजन स्थिर राहीपर्यंत तो शुष्क केला जातो आणि A म्हणून या वजनाची नोंद केली जाते.

(इ) ज्ञात तपमानाच्या पाण्याने घनत्वमापी $\frac{3}{4}$ भरण्यात येतो आणि त्यात संपृक्त पृष्ठशुष्क वाळूचा नमुना B घालण्यात येतो. बरणीच्या तोंडाशी आ. १९१ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे निर्वातन यंत्रणा बसवून अथवा बरणी फिरवून अगर वाळू हालवून अडकलेली हवा बाहेर काढण्यात येते. नंतर बरणीत पाणी भरण्यात येते आणि तिच्या तोंडावर काचेची



आ. १९१

घनत्वमापीत अडकून राहिलेली हवा काढून टाकण्याकरिता बसविलेली चूषणी.

P X – D – 33524

तबकडी सरकवून बसविण्यात येते. अडकून राहिलेली शेष हवा काढून टाकण्याकरिता बरणी जोरजोराने हलविण्यात येते व नंतर तबकडी काढून घेऊन बरणीत पुन: पाणी काळजीपूर्वक भरण्यात येते. तबकडी पुन: बसविण्यात येते व त्यावेळी वातपोकळ्या राहिलेल्या नाहीत याची खात्री करून घेण्यात येते आणि बाहेरचा पृष्ठभाग कोरडा केला जातो. तबकडीसह बरणीचे वजन करून वजनाची W म्हणून पुन: नोंद केली जाते.

५. **संगणने** – (अ) **विशिष्ट गुरुत्व** – खालील सूत्रांपैकी एकाचा वापर करून स्थूल विशिष्ट गुरुत्व संगणित केले जाते.

$$\left(\begin{array}{c}\text{विशिष्ट गुरुत्व}\\ \text{शुष्क आधार}\end{array}\right) = \frac{A}{Wc + B - W}$$

$$\left(\begin{array}{c}\text{विशिष्ट गुरुत्व}\\ \text{संपृक्त पृष्ठशुष्क आधार}\end{array}\right) = \frac{B}{Wc + B - W}$$

येथे A = भट्टीत शुष्क केलेल्या नमुन्याचे वजन

B = संपृक्त पृष्ठ–शुष्क नमुन्याचे वजन

Wc = चाचणीत वापरलेल्या पाण्याच्या तपमानाइतकेच तपमान असलेल्या पाण्याने भरलेल्या घनत्वमापीचे वजन.

(आ) **अवशोषण** – खालील सूत्र वापरून अवशोषणाचे संगणन करण्यात येते.

$$\text{प्रतिशत् अवशोषण} = \frac{B - A}{B} \times \text{१००}$$

येथे विशिष्ट गुरुत्वाच्या सूत्रातलेच A व B आहेत.

भरड मिलाव्याचे[२] विशिष्ट गुरुत्व व अवशोषण

पदसंज्ञा – १०

निलंबन पद्धती

१. **सामान्य चर्चा** – भरड मिलाव्याचे (खोलीच्या तपमानात पाण्यात २४ तास ठेवल्यानंतरचे) विशिष्ट गुरुत्व आणि अवशोषण निर्धारित करण्याकरिता उपयोग करणे हा ह्या पद्धतीचा उद्देश आहे. पदसंज्ञा ११ तील "ई" पद्धतीस अनुसरूनसुद्धा प्रत्यक्ष पद्धतीने विशिष्ट गुरुत्व व अवशोषण निर्धारित करण्यास हरकत नाही.

२. **उपकरणे** – (अ) २ किलोग्रॅम क्षमतेचा आणि ०.१ ग्रॅम संवेदनशीलता असलेला तराजू.

(आ) सरासरी ८ इंच व्यास व $२\frac{१}{२}$ इंच उंची असलेली ८ नंबरच्या जाळीची तारेची टोपली. जर टोपली सतत वापरावयाची असेल तर ती तांब्याची अगर जस्ती पत्र्याची बनवावी.

---

२. ए. एस. टी. एम. पदसंज्ञा C १२७ वर आधारित.

(इ) तारेची टोपली पाण्यात बुडविण्याकरिता योग्य पात्र आणि तराजूच्या वजनाच्या पारड्याच्या मध्यापासून तारेची टोपली लोंबत ठेवण्याकरिता उपयुक्त उपकरण.

३. **नमुना** – (द्रव्याचे) चार भाग करुन प्रातिनिधक नमुना संपादन करण्यात येतो आणि मिलाव्यातील निरनिराळ्या आकाराच्या चांचण्यात खालील वजने वापरण्यात येतात.

मिलाव्याचा आकार	वजन–ग्रॅम
$\frac{3}{16}$ ते $\frac{3}{8}$ इंच	१००० ते १५००
$\frac{3}{8}$ ते $\frac{3}{4}$ इंच	१५०० ते २०००
$\frac{3}{4}$ ते १$\frac{1}{2}$ इंच	२५०० ते ३५००
१$\frac{1}{2}$ इंचापेक्षा मोठा आकार	प्रातिनिधिक नमुना तयार करण्यास पुरेशी होईल इतकी राशि.

४. **कार्यपद्धती** – (अ) ५०° ते ७७° F इतके तपमान असलेल्या पाण्यात नमुना बुडविण्यात येतो, आणि धूळ व इतर लेप कणांच्या पृष्ठभागावरून निघून जावेत म्हणून हे मिश्रण पूर्णपणे ढवळण्यात येते आणि नंतर त्यात २४ तास पाण्याचे अवशोषण होऊ दिले जाते. नंतर पाण्यातून तो नमुना काढून घेण्यात येतो आणि सर्व दृश्य जलपटले नाहीशी होईपर्यंत मोठ्या कापडात गुंडाळण्यात येतो. असे असले तरीसुद्धा कणांचे पृष्ठभाग ओलसर दिसतातच. मोठाले कण व्यक्तिगत पुसून घ्यावेत. पृष्ठशुष्क कणांतून बाष्पीभवन न होईल अशी काळजी घ्यावी. नंतर संपृक्त पृष्ठशुष्क अवस्थेतील नमुन्याचे वजन प्राप्त करण्यात येते. हे आणि नंतरची सर्व वजने ०.५ ग्रॅम इतकी निकट निर्धारित करावीत.

(आ) वजन केल्यानंतर लागलीच संपृक्त पृष्ठशुष्क नमुना तारेच्या टोपलीत ठेवण्यात येतो व त्याचे पाण्यातील वजन निर्धारित करण्यात येते.

(इ) नंतर २१२° ते २३०° F या तपमानात स्थिर वजन प्राप्त होईतो नमुना वाळविण्यात येतो, खोलीतील तपमानाइतका तो थंड करण्यात येतो, आणि त्याचे वजन केले जाते.

५. **संगणने** - (अ) **विशिष्ट गुरुत्व** – खालील सूत्रांपैकी एकाचा वापर करुन स्थूल विशिष्ट गुरुत्व संगणित करण्यात येते.

$$\left(\begin{array}{c}\text{विशिष्ट गुरुत्व}\\ \text{शुष्क आधार}\end{array}\right) = \frac{A}{B-C}$$

$$\left(\begin{array}{c}\text{विशिष्ट गुरुत्व}\\ \text{संपृक्त पृष्ठ शुष्क आधार}\end{array}\right) = \frac{B}{B-C}$$

येथे A = भट्टीत शुष्क केलेल्या नमुन्याचे हवेतील ग्रॅममध्ये वजन

B = हवेतील संपृक्त पृष्ठ शुष्क नमुन्याचे ग्रॅममध्ये वजन आणि

C = नमुन्याचे पाण्यातील ग्रॅममध्ये वजन

(आ) **अवशोषण** – खालील सूत्रावरुन अवशोषणाची टक्केवारी संगणित केली जाते.

$$\text{प्रतिशत् अवशोषण} = \frac{B-A}{B} \times १००$$

येथे A व B विशिष्ट गुरुत्वाच्या सूत्रातल्या प्रमाणेच आहेत.

मिलाव्याच्या पृष्ठभागावरील आर्द्रता
(तसेच विशिष्ट गुरुत्व आणि अवषशोण)
पदसंज्ञा – ११
(अ) तप्त-पट्ट पद्धति

१. **सामान्य चर्चा** – वाळू आणि भरड मिलाव्याच्या पृष्ठभागावरील (मुक्त) आर्द्रता निश्चित करण्याची ही एक स्थूल पद्धति आहे.

२. **उपकरण** – (अ) २ किलोग्रॅम क्षमता आणि ०.१ ग्रॅम संवेदनशीलता असलेला तराजू.

आ) लहान उथळ थाळी.

इ) ढवळण्याचा दंड अगर चमचा

ई) तप्त-पट्ट अगर स्टोव

३. **क्रियापद्धति** – (अ) मिलाव्याच्या प्रातिनिधिक नमुन्याचे (वाळूकरिता सुमारे ५०० ग्रॅम व कंकराकरिता १००० ग्रॅम अगर त्यापेक्षा जास्त) वजन करुन पातळ थरात थाळीत तो पसरण्यात येतो.

(आ) नमुना सावकाश गरम करण्यात येतो व वारंवार ढवळण्यात येतो. जसजसे द्रव्य पृष्ठशुष्क अवस्थेप्रत पोहोचते तसतसे ते सतत ढवळावे. त्यावेळी पृष्ठावरील आर्द्रतेपेक्षा जास्त आर्द्रता नाहीशी होऊ नये म्हणून अत्यंत काळजी घ्यावी. जेव्हा संपृक्त पृष्ठशुष्क अवस्था प्राप्त होते तेव्हा नमुना थंड होऊ दिला जातो आणि त्यानंतर त्याचे वजन करण्यात येते.

४. **संगणन**-खालील सूत्रांपैकी एकाचा वापर करुन पृष्ठभागावरील आर्द्रतेच्या राशीचे संगणन करण्यात येते.

$$\left(\begin{matrix}\text{प्रतिशत् पृष्ठ आर्द्रता}\\ \text{संपृक्त पृष्ठ शुष्क आधार}\end{matrix}\right) = \frac{S-B}{B} \times १००$$

$$\left(\begin{matrix}\text{एकूण प्रतिशत् आर्द्रता}\\ \text{शुष्क आधार}\end{matrix}\right) = \frac{S-A}{A} \times १००$$

येथे S = चाचणी केलेल्या आर्द्र मिलाव्याचे वजन

B = चाचणी केलेल्या मिलाव्याचे संपृक्त पृष्ठ शुष्क वजन, आणि

A = भट्टीत सुकविलेल्या नमुन्याचे वजन.

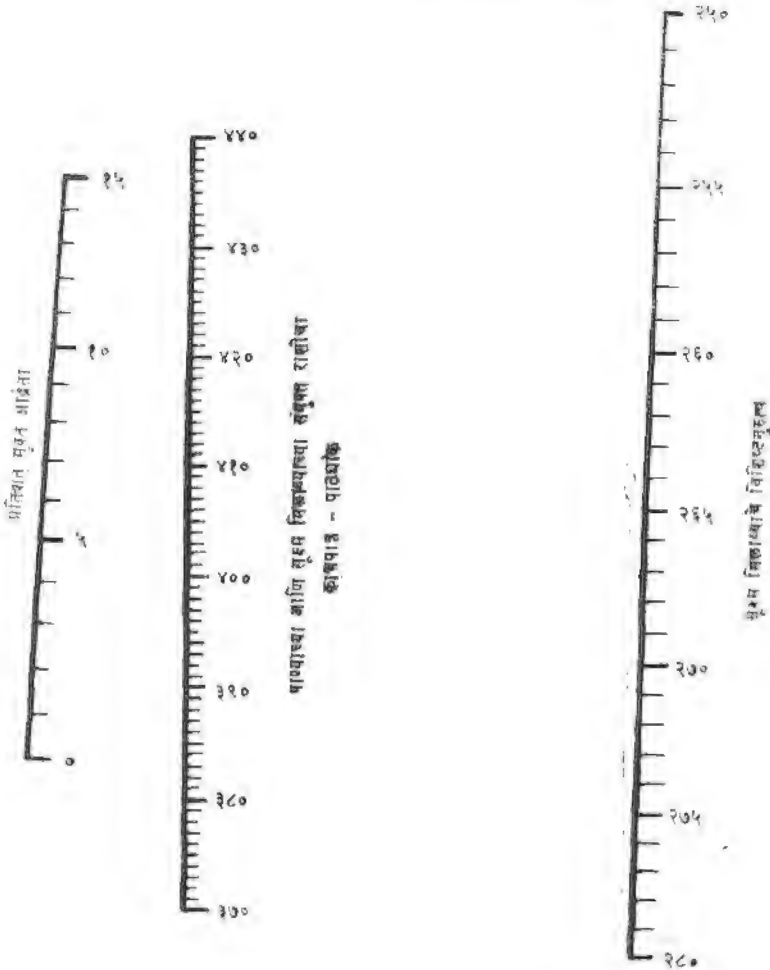
आ – पात्र पद्धति–

१ सामान्य चर्चा – सूक्ष्म मिळाव्यातील पृष्ठभागावरील आर्द्रतेची जलद निश्चिती करण्याकरिता ही पद्धती वापरली जाते.

२ उपकरण – (अ) ५०० मिलिलिटर क्षमता व ०.१५ मिलिलिटरपर्यंत समापन केलेले मानकीकृत आयतनमितीय पात्र.

(आ) दोन किलोग्रॅम क्षमता आणि ०.१ ग्रॅम संवेदनशीलता असलेला तराजू.

(इ) शोषनलिका पात्रातील पाण्यातील पातळी समायोजित करण्याकरिता वापरावयाची पुरेशा लांबीची $\frac{1}{8}$ इंच व्यासाची काचनळी.



आ. १९२

समापनित पात्राच्या सहाय्याने सूक्ष्म मिळाव्यातील मुक्त आर्द्रता निश्चित करण्याचा सूत्रालेख. 288 – D – 1552

३. **क्रियापद्धति**– समापनित २०० मिलिलिटर खुणेच्या किंचित् वरपर्यंत खोलीच्या तपमानाइतके तपमान असलेल्या पाण्याने पात्र भरावे. शोषनलिकेच्या सहाय्याने २०० मिलिलिटरच्या चिन्हापाशी पाण्याचा खालचा भाग येईल इतकी पाण्याची पातळी खाली करण्यात येते.

मिश्रण संयंत्रातील अंदाजी १००० ग्रॅम प्रातिनिधिक नमुन्यातून ५०० ग्रॅम पात्रात घालण्यात येतात आणि पाणी व सूक्ष्म मिलाव्याच्या संयुक्त राशीचे अंशांकन-मापकावरून प्रत्यक्ष मापन करण्यात येते.

४. **संगणने**–सूक्ष्म मिलाव्यातील पृष्ठभागावरील आर्द्रतेची टक्केवारी, द्रव्यांच्या स्थूल विशिष्ट गुरुत्वाकरिता आणि तत्सम पात्र-मापनाकरिता सूत्रालेखावरून (आ. १९२) सरळ घेता येते अगर खालील सूत्रावरून संगणित करता येते.

$$\text{प्रतिशत् मुक्त आर्द्रता} = \frac{\frac{V-५००}{s.g.} \quad २००}{२०० + ५०० - V}$$

येथे V = पात्र मापनांक = पात्रातील सूक्ष्म मिलावा आणि पाण्याची संयुक्त राशि, आणि

s. g. = संपृक्त पृष्ठशुष्क सूक्ष्म मिलाव्याचे स्थूल विशिष्व गुरुत्व

(इ) प्रत्यक्ष मापन

१. **सामान्य चर्चा** – पृष्ठभागावरील आर्द्रता, अवशोषण आणि विशिष्व गुरूत्व यांचे शीघ्रमापन, संगणन न करता अगर तक्त्यांचा उपयोग न करता, करण्याची ह्या **पद्धतीत** तरतूद केलेली आहे.

२. **उपकरण** -- (अ) आ. १९३ मध्ये चित्रित केलेले आर्द्रता–उपकरण

(आ) २ किलोग्रॅम क्षमता आणि ०.१ ग्रॅम संवेदनशीलता असलेला तराजू

३. **क्रियापद्धति** – (अ) पृष्ठभागावरील आर्द्रता – B ग्रॅम ओला मिलावा (परिच्छेद ४ पहा.) सायफन भांड्यात संपूर्णपणे घालण्यात येतो. जेव्हा सायफनमधील प्रस्त्राव थांबतो तेव्हा आर्द्रता मापकावर आर्द्रतेची टक्केवारी मापण्यात येते.

(आ) **अवशोषण** -- संपूर्णपणे भरलेल्या सायफनच्या भांड्यात B ग्रॅम कोरडा मिलावा घालण्यात येतो. ३० मिनिटापर्यंत मिलावा निमज्जित होऊ दिला जातो. त्यानंतर सर्व प्रस्त्रावित पाणी सायफन भांड्यात घालण्यात येते. दुसऱ्यांदा प्रस्त्राव पूर्ण झाल्यावर आर्द्रता मापकावर अवशोषणाच्या टक्केवारीचे मापन केले जाते.

(इ) **विशिष्ट गुरुत्व** -- पूर्ण भरलेल्या सायफनच्या भांड्यात संपृक्त पृष्ठ–शुष्क B ग्रॅम मिलावा घालण्यात येतो. सायफन प्रस्त्रावित झाल्यानंतर विशिष्ट गुरुत्व मापकावर विशिष्ट गुरुत्वाचे मापन केले जाते.

४. **समापन** – आर्द्रता मापक चलनक्षम असतो आणि निरनिराळ्या विशिष्ट गुरूत्वाकरिता समायोजित करता येतो. उचित विशिष्ट गुरूत्वाच्या समोर येईल असे आर्द्रता मापकावरील शून्याचे चिन्ह सरकविण्यात येते. विशिष्ट गुरुत्वमापकाचे समापन करतेवेळी निर्मात्याकडून प्रत्येक उपकरणाकरिता निश्चित केलेला वजन B हा स्थिरांक दिलेला असतो.

शुष्क आधारावर जर आर्द्रता, अवशोषण आणि विशिष्ट गुरुत्व निश्चित करावयाचे असेल तर त्या आधारावर उपकरणावरील मापाचे समापन केले पाहिजे.

कॉंक्रीटकरिता[३] मिलाव्याचे एकक वजन

पदसंज्ञा – १२

१. **सामान्य चर्चा** – वाळू, भरड मिलावा आणि कॉंक्रीटमधील मिश्र मिलाव्याचे एकक वजन निश्चित करण्याचा ह्या चाचणीचा उद्देश आहे.

२. **उपकरणे** – लागणाऱ्या उपकरणात नळकांड्याच्या आकाराचे धातूचे माप, धुमसदंड, वजन करावयाच्या नमुन्याच्या वजनाच्या ०.५ प्रतिशत् संवेदनशीलता असलेल्या तराजूचा समावेश असतो.

(अ) **माप** -- माप नळकांड्याच्या आकाराचे असावे आणि त्याचा माथा व तळ यांची प्रतले नळकांड्याच्या अक्षाशी अभिलंब असावीत. त्याची आतल्या बाजूची धातु मापे बिनचूक राहण्याकरिता यंत्रसाधित करावी, व ते जलरोधक असावे; धकाधकीच्या वापरात त्याचा आकार टिकून राहील इतके पुरेसे ताठर असावे आणि त्याला मुठी बसविल्यास ते अधिक पसंत असते.

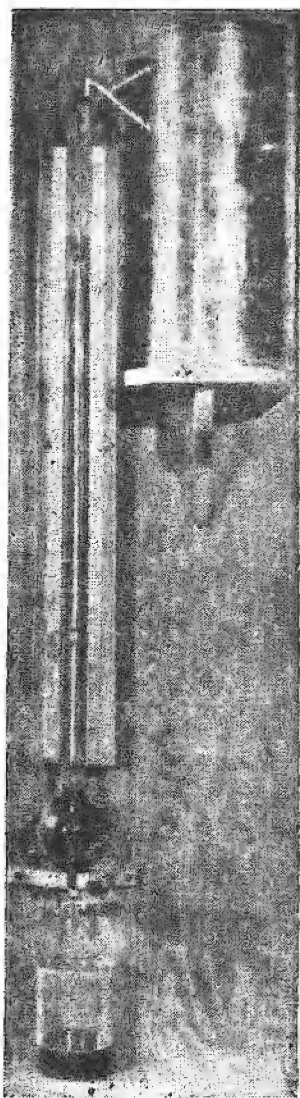
मापाची $\frac{१}{१०}$ –, $\frac{१}{२}$ –, १ अगर ३ घनफूट क्षमता असावी. ही क्षमता मिलाव्याच्या कमाल आकारावर अवलंबून असते आणि माप खालील आकाराचे असावे.

घन फुटात क्षमता	इंचात आतला व्यास	इंचात आतली उंची	धातूची कमाल जाडी– यू. एस्. गेज	इंचात मिलाव्याचा कमाल आकार
०.१०	६.००	६ १०	क्र. ११	$\frac{१}{२}$
.५०	१०.००	११.००	क्र. ८	$१\frac{१}{२}$
१.००	१४.००	११.२३	क्र. ५	२
३ ०२ (१)	१७.००	२३.००	$\frac{१}{८}$ इंच	६

१. बाहेरून वर खाली प्रबलित केलेले $\frac{१}{८}$ इंच × $१\frac{३}{८}$ इंच मुठी असलेले कचऱ्याचे भांडे.

(आ) धुमस दंड - $\frac{५}{८}$ इंच व्यासाचा आणि २४ इंच लांबीचा धुमस दंड हा एक सरळ दंड असतो. त्याच्या खालच्या बाजूस गोळीसारखे टोक केलेले असते.

३. ए. एस. टी. एम. पदसंज्ञा C २९ वर आधारित.



आ. १९३

मिलाव्याच्या पृष्ठभागावरील आर्द्रता अवशोषण, आणि विशिष्ट गुरुत्व यांचे प्रत्यक्ष मापन करण्याचे उपकरण.

२. क्रियापद्धति– (अ) ७०° F तपमानातील पाण्याच्या वजनाला त्याच तपमानातील पाण्याच्या ६२.३ या एकक वजनाने भागून मापाचे आयतन निश्चित करण्यात येते.

(आ) मिलाव्याचा नमुना कक्षशुष्क आणि संपूर्णपणे मिसळलेला असावा.

(इ) माप ⅓ भरेपर्यंत त्यात मिलावा भरण्यात येतो आणि बोटांनी त्याचा पृष्ठभाग सारखा केला जातो, सर्व पृष्ठभागावर सारख्या प्रमाणात २५ ठोके मारून दंडाने त्या द्रव्याचे दंडन केले जाते. नंतर माप ⅔ भरेपर्यंत त्यात आणखी मिलावा घालण्यात येतो आणि पूर्वीप्रमाणेच सारखा करून ते दंडित करण्यात येते. नंतर ओसंडून जाईपर्यंत माप भरून त्याचे दंडन करण्यात येते आणि धुमसदंडाचा सरल–पट्टीसारखा वापर करून अतिरिक्त मिलावा काढून टाकण्यात येतो. पहिल्या थराचे दंडन करत असताना मापाच्या तळाला जोरात धक्का बसेल असे दंडन करू देऊ नये. अन्य थरांचे दंडन करताना आधीच्या थरात धुमस दंडाचा किंचितसा प्रवेश होईल इतक्या प्रमाणात जोर द्यावा.

२ इंचापेक्षा जास्त मोठ्या मिलाव्याच्या थराकरिता दंडनापेक्षा "जिगिंग" करणे अधिक पसंत केले जाते. कॉंक्रीटच्या फरशीसारख्या भक्कम आधारावर भांड्याची एक सोडून एक बाजू उचलून त्याचे जिगिंग केले जाते आणि प्रत्येक बाजू २५ वेळा खाली पाडली जाते. अशा तऱ्हेने एकूण ५० वेळा प्रत्येक ⅓ भरणाकरिता ही क्रिया करण्यात येते. २ इंचापेक्षा लहान मिलावासुद्धा जिगिंग अगर कंपन करून संदाबित करावा परंतु ह्यामुळे प्राप्त केलेली एकक वजने शुष्क–दंडनाने प्राप्त केलेल्या एकक वजनांच्यापेक्षा बरीच जास्त असतात व ही वाढ सूक्ष्म द्रव्यात अधिक जास्त असते. शुष्क–दंडित नमुन्याच्या प्राप्त केलेल्या एकक वजनावर आधारित केलेल्या आधार सामुग्रीशी जेव्हा अशा पद्धतीने प्राप्त केलेले परिणाम सहसंबंधित करण्यात येतात तेव्हा हे अधिक एकक वजन विचारात घ्यावे.

(ई) मापातील मिलाव्याचे निव्वळ वजन निश्चित करण्यात येते. नंतर (अ)मध्ये वर्णन केल्याप्रमाणे प्राप्त केलेल्या मापाच्या वस्तुमानाने मिलाव्याच्या निव्वळ वजनाला भागून मिलाव्याचे एकक वजन काढण्यात येते.

(उ) तीन निर्धारणे करावीत. सरासरी निव्वळ वजनाच्या १ टक्क्यापेक्षा जर तीन चाचण्यांतील प्रसार जास्त असेल तर आणखी चाचण्या कराव्यात. एकक वजन निश्चित करताना सर्व चाचण्यांतील निव्वळ वजनाच्या सरासरीचा उपयोग केला जातो.

मिलाव्यातील मातीचे गोळे[४]

पदसंज्ञा – १३

१. **सामान्य चर्चा** - मिलाव्याच्या नित्याच्या परीक्षणातील मातीच्या गोळ्यांचे अंदाज निश्चित करणे हा ह्या चाचणीचा उद्देश आहे.

---

४. ए. एस. टी. एम. पदसंज्ञा C १४२ वर आधारित.

२. **उपकरणे** - (अ) २ किलोग्रॅम क्षमता व ०.१ ग्रॅम संवेदनशीलता असलेला तराजु.

(आ) पातळ थरात नमुना पसरता येईल अशा मापाची आणि आकाराची व मोठ्यात मोठे कण निमज्जित होऊ शकतील अशा पुरेशा खोलीची भांडी.

(इ) सारणी ३० मधील गरजाशी अनुरूप अशा चाळण्या.

३. **नमुने** - (अ) चांचणी घ्यावयाच्या प्रातिनिधिक द्रव्याचे चार भाग करून अगर नमुना-विभाजक वापरून नमुने प्राप्त केले जातात. उपस्थित असलेले चिखलाचे गोळे फुटून जाणार नाहीत अशा प्रकारे नमुने हाताळावेत.

(आ) २२०°F पेक्षा जास्त नसलेल्या तपमानात भरीव प्रमाणात वजन स्थिर राहील असे नमुने सुके करावेत.

(इ) क्र. १६ च्या चाळणीपेक्षा जास्त भरड कण असलेले वाळूचे नमुने असावेत आणि वजन १०० ग्रॅमपेक्षा कमी असू नये.

(ई) निरनिराळ्या आकारात भरड मिलाव्याच्या नमुन्याचे विलगन करण्यात येते व त्याकरिता क्र. ४, $\frac{3}{8}$ इंच, $\frac{3}{4}$ इंच आणि $1\frac{1}{2}$ इंच ह्या चाळण्या वापरण्यात येतात. निर-निराळ्या आकाराच्या कणांच्याकरिता नमुन्यांची वजने, खालील कोष्टकात दिलेल्या वजनापेक्षा कमी असू नयेत.

कणाचा आकार	किमान वजन ग्रॅम
$\frac{3}{16}$ ते $\frac{3}{8}$ इंच	१०००
$\frac{3}{8}$ ते $\frac{3}{4}$ इंच	२०००
$\frac{3}{4}$ ते $1\frac{1}{2}$ इंच	३०००
$1\frac{1}{2}$ इंचापेक्षा जास्त	५०००

(उ) ४ नंबरच्या चाळणीवर मिसळलेल्या वाळू आणि भरड मिलाव्याचे विलगन करावे आणि परिच्छेद (इ) आणि (ई) ला अनुसरून विलग केलेले नमुने बनवावेत.

४ **क्रियापद्धति** - भांड्याच्या तळाशी पातळ थरात नमुना पसरावा आणि पाण्याने झाकावा. २४ तासपर्यंत पाण्यात भिजल्यावर पाणी नितळावे आणि चिखलाच्या गोळ्या-करिता नमुन्याची तपासणी करावी. बोटांनी दाबता येतील इतके जेव्हा कण मऊ होतात तेव्हा त्याना चिखलाचे गोळे असे समजण्यात येते. चिखलाचे दिसण्याजोगे गोळे फोडल्या-नंतर खालील कोष्टकात दाखविलेल्या चाळण्यांवर नमुना घुण्यात येतो.

कणाचा आकार	धावन चाळणीचा आकार
(क्र १६ वर राहणारी) वाळू	क्र. ३०
$\frac{3}{16}$ इंच ते $\frac{3}{8}$ इंच	क्र. ८
$\frac{3}{8}$ इंच ते $\frac{3}{4}$ इंच	क्र. ४
$\frac{3}{4}$ इंच ते $1\frac{1}{2}$ इंच	क्र. ४
$1\frac{1}{2}$ इंचापेक्षा जास्त	क्र ४

चाळणीवर राहिलेले द्रव्य २२० ° F पेक्षा जास्त तपमान नसताना भरीव प्रमाणात स्थिर वजन राहील असे वाळविण्यात येते.

५ संगणने – खालील सूत्रावरून नजीकच्या ०.१ टक्क्याइतकी राहील अशी मातीच्या गोळ्यांची टक्केवारी संगणित करण्यात येते.

$$\left(\begin{matrix}\text{मातीच्या गोळ्यांची}\\ \text{टक्केवारी}\end{matrix}\right) = \frac{\text{धुताना झालेली वजनाची हानि}}{\text{बिन धुतलेल्या नमुन्याचे वजन}} \times १००$$

वाळूतील[५] सेंद्रिय अपद्रव्ये

पदसंज्ञा १४

१. सामान्य चर्चा – सिमेंटचा चुना अगर कॉंक्रीटमध्ये वापरावयाच्या नैसर्गिक वाळू-मधील हानिकारक सेंद्रिय संयुगांचे अस्तित्व निश्चित करण्याकरिता करावयाच्या चाचणीची ही एक अदमासी पद्धति आहे.

चाचणीत प्राप्त झालेला काळा रंग हा वाळू वापरण्यास निरुपयोगी असल्याचा निर्णायक असतो असे नाही कारण काही तुलनेने निरुपद्रवी सेंद्रीय आणि अकार्बनिक पदार्थांनीसुद्धा असा रंग निर्माण होतो. काही प्रकारचे कोळसे आणि मँगॅनीज खनिजे ही ह्याची उदाहरणे आहेत.

ज्या कॉंक्रीटमध्ये वाळू वापरावयाची आहे त्याचा टिकाऊपणा आणि शक्तीची निश्चिती करण्याकरिता आणखी चाचण्या कराव्यात अगर कसे हे सूचित करणे हे ह्या चाचणीचे प्रधान मूल्य असते.

२. क्रियापद्धति – (अ) सुमारे १ पौंड वजनाचा वाळूचा प्रातिनिधिक चाचणी-नमुना घ्यावा.

(आ) १२ औंस क्षमतेची अंशांकनित केलेली काचेची बाटली ४½ औंसाच्या खुणेपर्यंत चाचणी करावयाच्या वाळूने भरावी.

(इ) सोडियम हायड्रॉक्साइडचे पाण्यातील[६] ३ प्रतिशत् द्रावण येथपर्यंत घालावे की हलविल्यानंतर वाळूची आणि द्रवाची राशि ७ द्रव औंस होईल.

(ई) बाटलीला बूच घालावे, ती जोराने हलवावी आणि २४ तासपर्यंत तशीच राहू द्यावी.

(उ) टॅनिक अम्लाचे २ प्रतिशत् २ मि. लिटर द्रावण सोडियम हायड्रॉक्साइडच्या ३ प्रतिशत् ९७.५ मि. लिटर द्रावणात घालून मानक रंग द्रावण तयार करण्यात येते.

---

५. ए. एस्. टी. एम्. पदसंज्ञा C ४० वर आधारित.

६. ३२ द्रव औंस तयार करण्याकरिता पुरेल इतक्या पाण्यात १ औंस सोडियम हायड्रॉक्साइड विरघळून ३ प्रतिशत् सोडियम हायड्रॉक्साइड द्रावण तयार करावे.

१९० प्रमाणित अल्कोहोल १० मि. लिटर आणि २ ग्रॅम टॅनिक अम्ल भुकटी ९० मि. लिटर पाण्यात घालून २ प्रतिशत् टॅनिक अम्ल द्रावण तयार करण्यात येते. १२ औंसाच्या बाटलीत हे रंगित द्रावण घालून, बूच बसवून, जोराने हालविण्यात येते आणि २४ तास-पर्यंत तसेच राहू दिले जाते. ह्या द्रावणाचा रंग कायम स्वरुपाचा नसतो आणि चाचण्यांच्या प्रत्येक संचाकरिता नवीन मानक (द्रावण) तयार करावे. (९ ग्रॅम सी. पी. फेरिक क्लोराइड ($FeCl_3$ $6CH_2$ O) आणि १ ग्रॅम सी. पी. कोबाल्ट क्लोराइड ($CoCl_2$ $6H_2O$) १०० मि. लिटर पाण्यात विरघळून व त्यात ३ मि. लिटर हायड्रोक्लोरिक अम्ल (HCl) घालून कायम स्वरूपाचा मानक रंग तयार करावा. हे मिश्रण जेव्हा बाटलीत अवातमुद्रित करण्यात येते तेव्हा ते अनंत कालपर्यंत स्थिर राहील.

(ऊ) २४ तासपर्यंत द्रावण तसेच राहिल्यानंतर वाळूवरील स्वच्छ द्रव्याच्या रंगाची मानकरंग द्रावणाच्या रंगाशी अगर तत्सम रंगाच्या काचेशी तुलना करण्यात येते.

(ए) मानक रंगापेक्षा जास्त काळ्या रंगाची द्रावणे दर दशलक्षास ५०० भागापेक्षा जास्त टॅनिक अम्लाचे अस्तित्व दाखवितात आणि द्रव्याचे स्वरूप आणि सिमेंटच्या पक्वतेच्या कालावरील आणि शक्तीवरील परिणाम निश्चित करण्याकरिता आणखी चाचण्या घ्याव्या लागतात.

(ऐ) जर मानकापेक्षा फिका रंग प्राप्त झाला तर (सेंद्रिय दृष्टिकोनातून) आणखी चाचण्या न घेता वाळू उपयुक्त आहे असे मानण्यात येते.

वाळूतील चिकणमाती आणि गाळमातीच्या अंदाजी राशींच्या अवसादन चाचण्या

पदसंज्ञा - १५

१४ औंसाच्या खुणेपर्यंत ३२ औंसाची अंशांकित औषधाचे डोस असलेली बाटली वाळूने भरण्यात येते आणि तीत २८ औंसाच्या खुणेपर्यंत पाणी घालण्यात येते. नंतर हे मिश्रण जोराने हलविले जाते आणि त्यांतील अंतर्वस्तूंचे एकतासापर्यंत अवस्थापन होऊ देण्यात येते. वाळूवरील अवसादाचा एक औंस स्थूलमानाने चिकणमाती आणि गाळमातीच्या वजनाने ३ टक्क्याइतका असतो. वाळू धुवावी आणि नमुने पुनः तपासावेत आणि गरजा पुऱ्या झाल्या असतील तर वाळू वापरण्याकरिता अनुज्ञा द्यावी.

वाळूतील सेंद्रिय द्रव्याकरिता (पदसंज्ञा १४) जेव्हा चाचणी करण्यात येते तेव्हां चिकणमाती आणि गाळमातीच्या अंदाजी राशीकरिता जादा चाचणी करण्याची गरज नाही. सेंद्रीय अपद्रव्याच्या चाचणीत ७ औंस वाळूच्या माथ्यावरील ३ औंस अवसाद चिकणमाती आणि गाळमातीच्या अंदाजी ३ टक्क्या इतका असतो. अवसादन-निष्कर्ष पाण्यातल्यापेक्षा सोडियम हायड्रॉक्साइडच्या ३ प्रतिशत् द्रावणात पुष्कळच जलद प्राप्त होतात.

२०० क्रमांकाच्या चाळणीतून[७] जाणाऱ्या मिलाव्याची टक्केवारी
पदसंज्ञा – १६

सामान्य चर्चा – २०० क्रमांकाच्या (७४–मायक्रॉन) चाळणीतून जाणारा मिलावा असलेल्या द्रव्याची एकूण राशि निश्चित करताना वापरावयाच्या क्रियापद्धतीची रूपरेखा ह्या चाचणीत दिली आहे.

२. **उपकरण** – (अ) दोन घरटीदार चाळण्या, वरची चाळणी १६ क्रमांकाची व खालची २०० क्रमांकाची; दोन्हीही चाळण्या, ए. एस. टी. एम. पदसंज्ञा E११ " चाचणी घेण्याच्या जाळ्याचे मानक विनिर्देश ", इच्या गरजांशी अनुरुप असतात.

(आ) नमुना पाण्याने झाकून टाकण्यास पुरेसे होईल आणि नमुन्याच्या अगर पाण्याच्या काहीही भागाची हानी न होता जोराने हलवता येईल अशा आकाराची थाळी अगर भांडे.

(इ) शुष्कन भट्टी आणि २ किलोग्रॅम क्षमता आणि ०.१ ग्रॅम संवेदनशीलता असलेला तराजू.

३. **चाचणी नमुना** – संपूर्णपणे मिश्रण केलेल्या आणि वियोजन होऊ न देण्याइतकी आर्द्रता असलेल्या द्रव्यातून प्रातिनिधिक नमुना प्राप्त करण्यात येतो. खालील कोष्टकात दाखविल्याप्रमाणे शुष्क द्रव्याच्या योग्य वजनाच्यापेक्षा कमी होणार नाही इतका नमुन्याचा पुरेसा आकार असावा.

मिलाव्याचा आकार	वजन, ग्रॅम
० ते $\frac{3}{16}$ इंच (वाळू)	५०० ते १०००
$\frac{3}{16}$ ते $\frac{3}{8}$ इंच	१००० ते १५००
$\frac{3}{8}$ ते $\frac{3}{4}$ इंच	१५०० ते २०००
$\frac{3}{4}$ ते $1\frac{1}{2}$ इंच	२५०० ते ३५००
$1\frac{1}{2}$ इंचापेक्षा मोठा	प्रातिनिधिक नमुना तयार होईल इतकी राशि.

४. **क्रियापद्धति**–२३०°F पेक्षा जास्त नाही इतक्या तपमानात स्थिर वजन राहीतो चाचणी नमुन्याचे शुष्कन करावे आणि त्याच्या वजनाच्या प्रत्येक ५०० ग्रॅमसाठी ०.१ ग्रॅम इतक्या निकट मर्यादेपर्यंत वजन करावे

वाळविल्यानंतर आणि वजन केल्यानंतर चाचणी नमुना भांड्यात ठेऊन तो पुरेशा पाण्याने झाकण्यात येतो. भांड्यातील अंतर्वस्तू जोराने हलविण्यात येतात.

क्र. २०० च्या चाळणीपेक्षा जास्त सूक्ष्म असणारे सर्व कणांचे भरड कणांपासून पूर्ण विलगन होईल व धावनजलाने ते काढून टाकण्यासाठी सूक्ष्म द्रव्य तरंगत राहील इतक्या भरपूर जोराने भांडे हलवावे. हलवून झाल्यावर लगेच धावनजल निथळण्यात येते आणि वर भरड चाळणी राहील अशा आयोजित केलेल्या घरटीदार चाळण्यांवर ओतण्यात येते.

---

७. ए. एस. टी. एम. पदसंज्ञा C ११७ वर आधारित.

(चाळण्यावर कंकर अगर वाळू ओतू नये कारण चाळण्या हे वजन सहन करू शकणार नाहीत.) धावनजल स्वच्छ होईतो ही क्रिया वरचेवर करण्यात येते.

घरटीदार चाळण्यांवर राहिलेले सर्व द्रव्य धुतलेल्या नमुन्यात घालण्यात येते आणि ते २३०° F पेक्षा जास्त नसलेल्या तपमानात स्थिर वजन येईतो कोरडे केले जाते आणि प्रत्येक ५०० ग्रॅमकरिता ०.१ ग्रॅम इतक्या निकट वजनापर्यंत तोलण्यात येते.

५. **संगणने** – खालील सूत्रावरून निष्कर्ष संगणित केले जातात.

$$\left(\begin{array}{c}\text{क्र. २०० च्या चाळणीपेक्षा जास्त सूक्ष्म}\\ \text{असलेल्या कणांची टक्केवारी}\end{array}\right) = \frac{\left(\begin{array}{c}\text{मूळचे}\\ \text{शुष्क वजन A}\end{array}\right) - \left(\begin{array}{c}\text{धुतल्यानंतरचे}\\ \text{शुष्क वजन E}\end{array}\right)}{\text{मूळचे शुष्क वजन A}} \times १००$$

६. **तपासणी-निर्धारणे** – जेव्हा तपासणीची निर्धारणे हवी असतात तेव्हा कोरडे होईपर्यंत धावनजलाचे बाष्पीभवन केले जाते अगर डांबरी निस्यंदक-कागदातून गाळून नंतर कोरडे केले जाते. खालील सूत्र वापरण्यात येते –

$$\left(\begin{array}{c}\text{क्र. २०० चाळणीपेक्षा}\\ \text{सूक्ष्म द्रव्याची टक्केवारी}\end{array}\right) = \frac{\text{शेष भागाचे वजन}}{\text{मूळ शुष्क वजन}} \times १००$$

१.९५ पेक्षा कमी विशिष्ट-गुरुत्व असलेल्या वाळूच्या[८] कणांची टक्केवारी

पदसंज्ञा – १७

१. सामान्य चर्चा–वाळूतील हलक्या द्रव्याची अंदाजाने निश्चिती करण्याची क्रियापद्धति ह्या चाचणीने रूपरेखित केली आहे. १.९५ पेक्षा कमी विशिष्ट गुरुत्व असलेले बऱ्याच प्रमाणात शेल आणि कोळशाचा अंतर्भाव असलेले द्रव्य ह्या चाचणीत काढून टाकण्यात येईल.

२. **उपकरण** – (अ) २ किलोग्रॅम क्षमता आणि ०.१ ग्रॅम संवेदनशीलता असलेला तराजू.

(आ) ३० नंबरची चाळणी.

(इ) ३० नंबरच्या चाळणीतल्यापेक्षा लहान छिद्रे असलेली दोन अगर अधिक गाळणी.

(ई) १००० मि. लिटर काचेची तीन चंचुपात्रे.

३. **नमुना** – ३० नंबरच्या चाळणीपेक्षा जास्त भरड द्रव्य १०० ते २०० ग्रॅम मिळेल इतकी भरपूर वाळू, प्रातिनिधित्वाची खात्री मिळण्याकरिता, चार भाग पाडून अगर

---

८. अमेरिकन असोसिएशन ऑफ स्टेट हायवे ऑफिशिअलसच्या पदसंज्ञा T १४४ वर आधारित.

विभागातून निवडण्यात येते. वाळूच्या प्रतवारीतील भरडपणा अगर सूक्ष्मतेप्रमाणे राशीत फरक होईल. निवडलेले द्रव्य २३०° F पेक्षा जास्त नाही अशा तपमानात वजन स्थिर राहीपर्यंत भट्टीत सुके करण्यात येते. ३० नंबरच्या चाळणीतून नंतर वाळू चाळण्यात येते आणि चाळणीवर राहिलेला तो भाग नजीकच्या ०.१ ग्रॅमपर्यंत वजन केला जातो.

४. **क्रियापद्धति** – ७०° ते ८०°F तपमान असताना १.९५±०.०२ विशिष्ट गुरुत्व असलेले झिंक क्लोराइडचे द्रावण तयार करण्यात येते.

(टीप – त्वचेवर खाज अगर ज्वलन होण्याची शक्यता असल्यामुळे ह्या सांद्रतेचे झिंक क्लोराइड दक्षतापूर्वक हाताळावे. भरपूर प्रमाणात लागलीच पाणी लावणे हा एक समाधानकारक प्रतिकारात्मक उपाय आहे.)

१००० मिलिलिटर काचेच्या चंचुपात्रात अंदाजे ६०० मिलिलिटर द्रावण घालण्यात येते आणि ह्या द्रावणात नमुना ओतण्यात येतो. नमुना द्रावणात घातला जात असताना ते जोराने ढवळण्यात येते. जेव्हा सर्व नमुना तरंगावयास लागतो तेव्हा ढवळणे थांबविण्यात येते आणि वर येणारे हलके द्रव्य आणि खाली बसणारी वाळू यांच्या दरम्यान विदरणप्रतल निश्चितपणे अस्तित्वात येईपर्यंत (अंदाजे ३० सेकंद) नमुना अवसादित होऊ दिला जातो. चंचुपात्राच्या टोकाशी वाळू दिसेपर्यंत गाळण्यावर द्रावण नितळण्यात येते. द्रवाबरोबर फक्त तरंगणारे कणच ओतले जातील याची काळजी घ्यावी. बऱ्याच प्रमाणात हलके द्रव्य असणाऱ्या नमुन्याच्या बाबतीत अतिरिक्त विलगन करावे लागेल व ते नमुन्यात आणखी द्रावण घालून, हलवून आणि निथळून साध्य करावे. चाचणी केली जात असताना झिंक क्लोराइडच्या द्रावणाच्या संपर्कात २½ मिनिटापेक्षा जास्त काल नमुने असू नयेत.

झिंक क्लोराइड काढून टाकण्याकरिता गाळण्यावर राहिलेले द्रव्य संपूर्णपणे धुण्यात येते आणि २३०°F पेक्षा जास्त नसलेल्या तपमानात वजन स्थिर राहीपर्यंत भट्टीत सुके करण्यात येते आणि निकटच्या ०.१ ग्रॅमपर्यंत त्याचे वजन केले जाते. वाळूचे कण सुक्या केलेल्या द्रव्यात आहेत की काय हे पाहण्याकरिता त्याची तपासणी करण्यात यावी आणि असे कण काढून टाकण्यात यावेत.

५. **गणना** – खालील सूत्रावरून हलक्या द्रव्याच्या टक्केवारीची गणना करण्यात येते.

$$\text{प्रतिशत् हलके द्रव्य} = \frac{(\text{निथळलेल्या कणांचे वजन})}{\left(\begin{array}{c}\text{३० नंबरच्या चाळणीवर}\\ \text{आरंभी राहिलेल्या भागाचे वजन}\end{array}\right)} \times १००$$

३० नंबरच्या चाळणीवर राहिलेल्या अंशभागातील फक्त हलके द्रव्य मूळच्या नमुन्यातून वेगळे केले आहे हे लक्षात घ्यावे.

१.९५ पेक्षा कमी विशिष्ट गुरुत्व असलेल्या भरड मिलाव्यातील[१] कणांची टक्केवारी

पदसंज्ञा – १८

१. **सामान्य चर्चा** – भरड मिलाव्यातील हलक्या द्रव्याच्या निर्धारणाची कार्यपद्धती ह्या चाचणीवरून रूपरेखित होते. बराचसा शेल व कोळशाचा अंतर्भाव असलेले १.९५ पेक्षा कमी विशिष्ट गुरुत्वाचे द्रव्य ह्या चाचणीत काढून टाकण्यात येईल.

२. **उपकरण** – (अ) २ कि. ग्रॅम क्षमता असलेला आणि ०.१ ग्रॅम संवेदनशीलतेचा तराजु.

(आ) नमुन्यावर २ इंचापेक्षा कमी नाही इतके द्रावण राहून तो बुडविता येईल अशा क्षमतेची धातूची टाकी आणि तारेच्या जाळीची टोपली.

(इ) ८ नंबरच्या जाळीपेक्षा छिद्रे मोठी नाहीत अशी दोन अगर अधिक गाळणी

३. **नमुना**–प्रातिनिधित्वाची खात्री मिळण्याकरिता चार भाग करून अगर सोयीस्कर अशा अन्य पद्धतीने अंदाजी २५०० ग्रॅम भरड मिलावा निवडण्यात येतो. २३०°F पेक्षा जास्त नसलेल्या तपमानात वजन स्थिर राहीतो नमुना भट्टीत सुकविण्यात येतो आणि निकटच्या ०.१ ग्रॅमपर्यंत त्याचे वजन करण्यात येते.

४. **क्रियापद्धति**– ७०° ते ८०° F तपमानात १.९५± ००२ विशिष्ट गुरुत्व असलेले झिंक क्लोराइडचे द्रावण तयार करण्यात येते.

(**टीप** – त्वचेवर खाज सुटण्याची अगर ज्वलनाची शक्यता असल्याने ह्या सांद्रतेचे झिंक क्लोराइड दक्षतापूर्वक वापरावे. भरपूर प्रमाणात पाणी लगेच लावणे हा एक समाधानकारक प्रतिकारात्मक उपाय आहे.)

तारेच्या टोपलीत भरड मिलाव्याचा नमुना ठेवण्यात येतो आणि टाकीत उतरवला जातो. एक मिनिटपर्यंत मोठ्या मिश्रक चमच्याने नमुना आणि द्रावण जोरजोराने ढवळण्यात येते. ढवळण्याची क्रिया थांबविल्यानंतर एक मिनिटाच्या आत तरंगणारे कण काढून घ्यावेत.

झिंक क्लोराइड काढून टाकण्याकरिता हे काढून घेतलेले कण पूर्णपणे धुण्यात येतात आणि २३०°F पेक्षा जास्त नसलेल्या तपमानात वजन स्थिर होईपर्यंत वाळविण्यात येतात आणि निकटच्या ०.१ ग्रॅमपर्यंत त्याचे वजन करण्यात येते.

५. **संगणन** – हलक्या वजनाच्या द्रव्याच्या अंदाजी टक्केवारीची पुढील प्रमाणे संगणना केली जाते –

$$\left[\begin{array}{c}\text{प्रतिशत् हलक्या}\\\text{वजनाचे द्रव्य}\end{array}\right] = \frac{(\text{निथळलेल्या कणांचे वजन})}{(\text{मूळच्याचे सुक्या नमुन्याचे वजन})} \times १००$$

---

१. ए. ए. एस. एच. ओ. पदसंज्ञा T १५० वर आधारित.

मिलाव्याची बळकटी (सोडियम सल्फेट पद्धत)[१०]

पदसंज्ञा १९

१. **सामान्य चर्चा** – मिलाव्याची झीज प्रतिरोधक क्षमता दर्शविण्याकरिता ह्या चांचणीचे निष्कर्ष वापरण्यात येतात.

२. **पुरवठा आणि उपकरण** – (अ) ३ ऱ्या परिच्छेदानुरूप तयार केलेल्या सोडियम सल्फेटच्या संपृक्त द्रावणाचा पुरवठा.

(आ) सारणी ३० च्या गरजांच्या अनुरूप चाळण्या.

(इ) द्रावणात मिलाव्याचे नमुने बुडविण्यास सोयीस्कर भांडी, वाळूकरिता क्र. ३ ची पोर्सेलीनची बाष्पन पात्रे उपयुक्त असतात आणि कंकराकरिता पोर्सेलीनच्या मोठ्या वाट्या सोयीस्कर असतात. द्रावणाचे तनुकरण अगर दूषितीकरण होऊ देणार नाहीत अशा झाकणांनी भांडी सुसज्जित करावीत.

(ई) स्थिर तपमान असलेली खोली.

(उ) २ कि. ग्रॅम क्षमता व ०.१ ग्रॅम संवेदनशीलतेचा तराजू.

(ऊ) भट्टीतून हवा मोकळी वाहील आणि २२१° ते २३० °F तपमान राखू शकेल अशी रचना केलेली शुष्कनभट्टी. तपमान जवळजवळ स्थिर रहावे म्हणून जेव्हा नमुना भट्टीत प्रथम ठेवण्यात येतो तेव्हा वायु–भट्टीतील उष्णता वाढवावी.

३. **सोडियम सल्फेटचे द्रावण** – सी. पी. निर्जलीय लवणच फार करून वापरावे. ८४ ° F पेक्षा जास्त व ७७° F पेक्षा कमी तपमान नसलेल्या स्वच्छ पाण्यात हे लवण सावकाश विरघळावे आणि ते जोरजोराने ढवळावे. दरेक लिटर पाण्यात ३५० ग्रॅम निर्जलीय लवण वापरावे अशी शिफारस करण्यात येते. लवण सर्वकाळ ७३.४° F ±२° F तपमानात द्रावणाचा परिणाम न होणाऱ्या एका झाकलेल्या काचीय ठिकरीत अगर तत्सम भांड्यात ठेवावे. नवीन मिश्रण केलेले द्रावण वापरण्यापूर्वी ते संपृक्त होऊ देण्याकरिता ४८ तासांपर्यंत स्थिर तपमानात ठेवावे. ह्या कालावधीत ते वारंवार ढवळावे. जर एखाद्यावेळी संपृक्त द्रावणाचे तपमान अनेक अंशांनी बदलले आणि नंतर नेहमीप्रमाणे झाले तर द्रावण वापरण्यापूर्वी ते किमान ३० मिनिटे ढवळावे. द्रावण पूर्णपणे संपृक्त झाल्याची खात्री असावी म्हणून सर्वकाळ भांड्याच्या तळाशी स्फटिकाची राशि बऱ्याच जास्त प्रमाणात असणे आवश्य असते. १.१५१ पेक्षा कमी नाही आणि १.१७४ पेक्षा जास्त नाही असे द्रावणाचे विशिष्ट गुरुत्व असावे आणि "थर बनू" नयेत म्हणून ते वापरण्यापूर्वी जोराने ढवळावे. चाचण्यांच्या १० चक्रांपेक्षा जास्तवेळा सोडियम सल्फेटचा एक वाटा वापरू नये अशी शिफारस आहे.

४. **क्रियापद्धति** – (अ) निरनिराळ्या आकाराच्या राशी पुढील प्रमाणे मिळण्याकरिता पुरेसा मिलावा स्थूलपणे चाळून घ्यावा. वाळूच्या बाबतीत सामान्यपणे ११५ ग्रॅम वाळू धुण्याकरता आणि चाळून घेण्याकरता पुरेशी असते.

---

१०. सामान्यपणे ए. एस. टी. एम. पदसंज्ञा C ८८ वर आधारित.

मिलाव्याचा आकार	वजन ग्रॅम
$1\frac{1}{2}$ ते $\frac{3}{4}$ इंच	३०००
$\frac{3}{4}$ ते $\frac{3}{8}$ इंच	५००
$\frac{3}{8}$ ते $\frac{3}{16}$ इंच	१००
$\frac{3}{16}$ इंच ते क्र. ८	१००
क्र. ८ ते क्र. १६	१००
क्र. १६ ते क्र. ३०	१००
क्र. ३० ते क्र. ५०	१००

$1\frac{1}{2}$ इंचापेक्षा मोठ्या आकाराच्या मिलाव्याकरिता ६००० ग्रॅम द्रव्य वापरावे आणि चाचणी करण्यापूर्वी ज्या चाळणीवर नमुना राहिला होता त्या चाळणीने हानि निश्चित करावी.

(आ) वाळूचे अंशभाग पुनः एकत्र करण्यात येतात आणि क्र. १०० जाळीच्या चाळणीवर धुण्यात येतात. भरड मिलावा कोणत्याही सोयीस्कर भांड्यात धुवावा आणि वाळू व कंकर दोन्हीही २२१° ते २३०° तपमानात वजन स्थिर राहीतो वाळवावेत. खोलीतील तपमानाइतका थंड झाल्यावर सूक्ष्म आणि भरड असा दोन्हीही मिलावा यंत्र–चलित चाळणी–कंपनकावर २० मिनिटे चाळण्यात येतो. ($\frac{3}{8}$ इंचापेक्षा मोठे द्रव्य हाताने चाळावे.) चाळणीत चिकटून राहिलेले कोणत्याही आकार–विभागाचे कण टाकून द्यावेत. नमुन्याच्या अंशभागाच्या राशी वजन करण्यात येतात आणि द्रावणाच्या क्रियेला प्रतिरोध करणाऱ्या वेगवेगळ्या भांड्यात ठेऊन देण्यात येतात.

(इ) $\frac{1}{2}$ इंचापेक्षा कमी नाही इतक्या खोलीपर्यंत अंशभाग झाकले जातील अशा तऱ्हेने पुरेसे सोडियम सल्फेटचे द्रावण भांड्यात ओतण्यात येते. अनेक मिनिटे ढवळल्यानंतर ते द्रावण मातीच्या साठवणाच्या भांड्याच्या खालच्या भागातून सायफन करण्यात येते. अंशभाग १८ तासपर्यंत भिजू दिले जातात व त्या काळात त्याचे ७३.४° $\pm$ २° F इतके तपमान राखण्यात येते. दूषित होऊ नयेत म्हणून भांडी झाकून ठेवावीत.

(ई) १८ तासांच्या निमज्जन कालावधीनंतर द्रावणातून नमुने काढून घेण्यात येतात, (अगर अतिरिक्त द्रावण निथळण्यात येते.) ते भट्टीत[११] ठेवण्यात येतात आणि २२१° ते २३०°F तपमानात वजन स्थिर होईतो सुकविण्यात येतात. संपूर्णपणे कोरडे होण्यास जो वेळ लागेल त्यापेक्षा जास्त वेळ नमुने भट्टीत राहणार नाहीत याची काळजी घ्यावी कारण प्रमाणाबाहेर जास्त शुष्कन झाल्यास त्यामुळे अतिरिक्त विघटनकारक बले

११. सल्फेटचे अडकून राहिलेल्या द्रावणाचे विस्फोटन होऊ नये आणि त्याच्या परिणाम स्वरूप कणांचे पात्रातून फवारे उडू नयेत म्हणून वाळू थोडी मिनिटे भट्टीत राहिल्यानंतर ती पुनः निथळून घेणे अवश्य असते असे दिसून आले आहे.

निर्माण होण्याचा संभव असतो. अंदाजी ४ तासांत वरील तपमानात संपूर्ण शुष्कन व्हावयास हवे परंतु आपापल्या उपकरणाने सुक्या नमुन्याचे वजन स्थिर राहण्यास किमान किती कालावधी लागेल हे ठरविण्याकरिता प्रत्येक परिचालकाने चाचण्या कराव्यात. कोरडे केल्यानंतर नमुन्याचे अंशभाग अंदाजी ७३.४° F तपमानापर्यंत थंड केले जातात आणि परिच्छेद (इ) व (ई) मध्ये रूपरेखित केल्याप्रमाणे ते आळीपाळीने बुडविण्यात आणि कोरडे करण्यात येतात.

(उ) प्रत्येक ५ चक्रांच्या शेवटी चाचणी नमुन्याची तपासणी करावी आणि निरीक्षणाची नोंद करावी. प्रत्येक अंशभाग नंतर संपूर्णपणे[१२] धुण्यात येतो आणि परिच्छेद (ई) मध्ये वर्णन केल्याप्रमाणे थंड करण्यात येतो. यंत्रचलित चाळणी–कंपनकात प्रत्येक अंशभाग १५ मिनिटे चाळण्यात येतो आणि चाळणीवर राहिलेल्या द्रव्याच्या राशींचे वजन करून त्याची नोंद करण्यांत येते. चाळणीत राहिलेले सर्व द्रव्य काळजीपूर्वक वजन करावयाच्या नमुन्याच्या भागात घालण्यात येते. जर $\frac{3}{8}$ इंची द्रव्य हाताने चाळले असेल तर दुर्बल दिसणारे सर्व तुकडे बोटांनी किंचितसे दाबावेत आणि जे तुकडे सहज दबून जातात ते आणि हाताने चाळण करण्यात येत असताना चाळणीतू गेलेले द्रव्य फुकट गेले असे समजावे. जर अधिक परिपूर्ण विघटन होईपर्यंत चाचणी चालू ठेवावी अशी इच्छा असेल तर रूपरेखित केल्याप्रमाणे ती चाचणी चालू राहू द्यावी.

५. **नोंद करावयाची आधारसामुग्री** – खालील आधारसामुग्रींची नोंद करावी. सोयीस्कर नोंदपत्रक म्हणून सारणी ३३ सुचविली आहे.

(अ) चाचणी करण्यापूर्वीचे प्रत्येक अंशभागाचे वजन.

(आ) चाचणी करण्यापूर्वी अंशभाग ज्या चाळणीवर राहिला त्यापेक्षा अधिक सूक्ष्म अशा प्रत्येक अंशभागातील द्रव्य. हे अंशभागाच्या वजनाच्या टक्केवारीत अभिव्यक्त केले जाते.

(इ) प्रत्येक अंशभागातील प्रतिशत् हानीवरून संगणित केलेली खालीलप्रमाणे वजन केलेली भरड मिलाव्यातील सरासरी भारित हानि.

द्रव्याचा आकार	प्रतवारी – प्रतिशत्	
	$\frac{3}{4}$ इंच कमाल नमुना	$1\frac{1}{2}$ इंच कमाल नमुना
$1\frac{1}{2}$ ते $\frac{3}{4}$ इंच	––	५०
$\frac{3}{4}$ ते $\frac{3}{8}$ इंच	६०	३०
$\frac{3}{8}$ ते $\frac{3}{16}$ इंच	४०	२०

१२. सोडियम सल्फेट धुण्यामुळे पूर्णपणे काढून घेतले गेल्याची खात्री असावी म्हणून धावन जलाची थोडीशी राशि प्राप्त करण्यात येते आणि बेरियम क्लोराइडच्या ($BaCl_2$) द्रावणाचे थोडेसे थेंब त्यात मिसळण्यात येतात. त्यामुळे बेरियम सल्फेटचा ($BaSO_4$) पांढऱ्या रंगाचा अवक्षेप निर्माण होतो व त्यावरून सोडियम सल्फेटच्या अस्तित्वाचे दिग्दर्शन होते.

(ई) प्रत्येक अंशभागाच्या हानीच्या टक्केवारीवरून संगणित केलेली आणि सारणी ३३ मध्ये दिलेल्या वाळूच्या नमुनेदार प्रतवारीप्रमाणे भारित केलेली वाळूची सरासरी भारित हानि.

सूक्ष्म मिलाव्याचे[13] चुनाकारक गुणधर्म

पदसंज्ञा – २०

१. **व्याप्ती** – सुनम्य संघनतेच्या आणि निश्चित जलसिमेंट गुणोत्तरात बसणाऱ्या चुन्यापासून तयार केलेल्या नमुन्यावरील तुलनात्मक चाचणी करुन कॉंक्रीटमधील सूक्ष्म मिलाव्याच्या चुनाकारक गुणांचे मापन करण्याच्या क्रियापद्धतीचा ह्या चाचणीत अंतर्भाव केलेला आहे. वाळूची संरचनात्मक शक्ति आणि वर्णमापीय चाचणीने उघडकीस आलेल्या सेंद्रिय अपद्रव्यता निश्चित करण्याकरिता ती वापरण्यात येते.

२. **तुलनेचा आधार** – चाचणी करावयाच्या सूक्ष्म मिलाव्यापासून तयार केलेल्या चुन्याच्या नमुन्याची प्रतवारी केलेल्या मानक व २.४० ± ०.१० सूक्ष्मता गुणांक असलेल्या वाळूपासून तयार केलेल्या तत्सम नमुन्याच्या शक्तीशी तुलना केली जाते. मानक ओटावा वाळू आणि प्रतवारी केलेली ओटावा वाळू, सारख्या वजनात संमिश्रण करुन, ही मानक वाळू तयार करण्यात येते. सिमेंट आणि ओटावा वाळू याच्यात कमकुवत बंध असल्याने ओटावा वाळूच्या शक्तीशी तूलना करणे ही फार कडक चाचणी नसते. कांही उदाहरणात अज्ञात वाळूची ग्रँडकली वाळूशी तुलना करण्याची ब्यूरोची प्रथा असे.

३. **चांचणी नमुने** – चाचणी नमुने २ × ४ इंची नळकांड्याचे अगर २ इंची ठोकळ्यांचे असावेत.

४. **चुना** – वजनाने जलसिमेंट गुणोत्तर ०.६० देईल इतक्या प्रमाणात सिमेंट आणि पाणी सपाट तळाशी १–गॅलन क्षमतेच्या अर्धगोलाकार पात्रात घालण्यात येते. एक मिनिटपर्यंत सिमेंटला पाण्याचे अवशोषण करू दिले जाते. नंतर ही द्रव्ये चमच्याने मिसळून त्यांचे मऊ गंध केले जाते. पूर्वीच्या चाचणी–मिश्रणात निश्चित केल्याप्रमाणे १०० ± ५ चा प्रवाह मिळेल अशी संपृक्त पृष्ठशुष्क वाळू हवी असलेली संघनता मिश्रणात आल्याचे दिसेल इतक्या प्रमाणात ती खडीत घालून ढवळण्यात येते. ३० सेंकद मिश्रण-क्रिया चालू ठेवण्यात येते आणि परिच्छेद ५ प्रमाणे प्रवाह–निर्धारण करण्यात येते.

---

१३. ए. एस. टी. एम. पदसंज्ञा C ८७ वर आधारित.

सारणी ३३

उदाहरणादाखल केलेल्या सोडियम सल्फेट चाचण्यांचे निष्कर्ष.

चाळणीचा आकार		नमुनेदार प्रतवारी प्रतिशत्	चाचणी करण्यापूर्वी चाचणी-अंशभागाचे वजन, ग्रॅम	चाचणी केल्या-नंतर सूक्ष्मतर चाळणीतून जाणारी टक्केवारी	भारित सरासरी (सुधारित प्रतिशत् हानि)
मधून जाणारा	वर राहाणारा				
भरड मिलावा					
१$\frac{१}{२}$ इंच	$\frac{३}{४}$ इंच	५०	२०००	२.६	१.३
$\frac{३}{४}$ इंच	$\frac{३}{८}$ इंच	३०	५००	२.०	०.६
$\frac{३}{८}$ इंच	$\frac{३}{१६}$ इंच	२०	१००	६.८	१.४
एकूण		१००	२६००	—	३.३
वाळू					
क्र. ४	क्र. ८	२०	१००	७.१	१.४
क्र. ८	क्र. १६	२०	१००	५.६	१.१
क्र. १६	क्र. ३०	३०	१००	९.६	२.९
क्र. ३०	क्र. ५०	३०	१००	६.७	२.०
एकूण		१००	४००	—	७.४

५. **प्रवाह चाचणी**-(अ) ए.एस्.टी.एम्. पदसंज्ञा C २३०-६१ T च्या विनिर्देशांशी अनुरूप अशा जलपुष्ट सिमेंटच्या चाचण्यांकरिता वापरण्यात येणाऱ्या प्रवाह-मेजावर ही चाचणी केली जाते.

(आ) खालील क्रियापद्धतीचे अनुसरण करावे. मिश्रण केल्यावर लगेच प्रवाह-मेजावर काळजीपूर्वक केंद्रीकृत केलेल्या कोनात चुना घालण्यात येतो. $\frac{५}{८}$ इंच व्यासाच्या दंडाने चुना २५ वेळा ढवळला जातो आणि अतिरिक्त भाग काढून टाकण्यात येतो. पट्ट स्वच्छ करुन कोन काढून घेऊन मेजास १० धक्के दिले जातात. किमान चार व्यासांवर मापन केलेल्या चुन्याच्या वस्तुमानाच्या सरासरी व्यासातील वाढीची होणारी टक्केवारी म्हणजेच हा प्रवाह असतो. जर प्रवाह अतिशय जास्त असेल तर मिश्रण पात्रात चुना परत घालण्यात येतो, आणखी वाळू त्यात घातली जाते आणि प्रवाहाचे आणखी एक निर्धारण करण्यात येते. जर १०० ±५ इतका प्रवाह मिळण्यासाठी २ चाचण्यांपेक्षा जास्त चाचण्या

करणे जरुर असेल तर तो चुना फेकून द्यावा आणि नवीन वाटा तयार करावा. जर चुना अति घट्ट असेल तर तो वाटा फेकून द्यावा.

६. **रचना आणि मुरवण** – प्रवाह चाचणी केल्यानंतर लगेच २ × ४ इंची नळकांड्याच्या आकाराच्या फर्म्यात ३ थरात अगर २ इंची घनाकार फर्म्यात २ थरात चुना घालण्यात येतो; त्यावेळी प्रत्येक थर $\frac{3}{8}$ इंची दंडाने २५ ठोके मारुन दंडित करण्यात येतो. ह्या दंडाचे खालचे टोक गोळीच्या आकाराचे असते. ओसंडून जाईपर्यंत फर्मा भरावा. मुरवणाकरिता नमुने आर्द्र बंदिस्त जागेत ठेवावेत आणि फर्म्यात घातल्यानंतर ३ ते ४ तासांनी सपाट पृष्ठभाग होईल असा नमुना सारखा करण्यात येतो. फर्म्यात घातल्यानंतर २० ते ४० तासांनी नमुने काढून घेऊन नंतर स्वच्छ पाण्यात ठेवण्यात येतात. मिश्रण जलाचे, आर्द्र बंदिस्त जागेचे, आणि संचयी टाकीचे तपमान ७०.४° व ७६.४° F च्या दरम्यान राखावे.

७. **चांचणी** – (अ) २४ तासांच्या नमुन्यांच्या बाबतीत आर्द्र बंदिस्त जागेतून नमुने काढून घेऊन लगेच त्यांची चाचणी करण्यात येते आणि इतर सर्व नमुन्यांच्या बाबतीत संचयी टाकीतून काढल्यावर त्यांची चांचणी केली जाते. आर्द्र जागेतून प्रत्येक वेळी जर एकापेक्षा जास्त नमुने २४ तासांच्या चांचण्याकरिता काढून घेतले असतील तर चाचणी करण्याच्या वेळेपर्यंत हे नमुने ओल्या कपड्यानी झाकून ठेवावेत. जर संचयी टाकीतून एकापेक्षा जास्त नमुने चाचणीकरिता काढून घेतले असतील तर ते ७३ ± ३ °F या तपमानात पाण्यात ठेवावे आणि चांचणी घेण्याच्या वेळेपर्यंत प्रत्येक नमुना पूर्ण बुडेल इतकी पाण्याची खोली ठेवावी.

(आ) प्रत्येक नमुना पृष्ठशुष्क करा आणि चांचणी यंत्राच्या आधार ठोकळ्यांच्या संपर्कात येणाऱ्या दर्शनी भागावर राहिलेले वाळूचे कण अगर पापुद्रे काढून टाका.

(इ) फर्म्याच्या वास्तविक प्रतल पृष्ठभागाच्या संपर्कात असलेल्या नमुन्याच्या दर्शनी भागावर भार टाका. वरच्या आधार ठोकळ्याच्या मध्याच्या खाली चाचणी यंत्रात नमुने काळजीपूर्वक ठेवा. कोणतेही गादी अगर आधारद्रव्य वापरू नका. नमुन्यात अपेक्षित असलेल्या ३००० पौंडापेक्षा जास्त भाराच्या निम्म्या भारापर्यंत सोयीस्कर गतीने प्रारंभिक भारण करा. उरलेला भार (अगर जर अपेक्षित कमाल भार ३००० पौंडापेक्षा कमी असेल तर संपूर्ण भार) विना अडथळा हानी होईपर्यंत अशा गतीने लावा की २० सेकंदापेक्षा कमी नाही आणि ८० सेकंदापेक्षा जास्त नाही इतक्या कालावधीत कमाल भाराप्रत भारण पोहोचेल. हानि होण्याच्या लगेच आधी नमुना शीघ्र गतीने नमत असताना चांचणी यंत्राच्या नियंत्रकात समायोजन करू नये.

(ई) चाचणी यंत्र द्रवचलित अगर स्क्रूच्या प्रकाराचे असते. त्याचा वरचा आधार–पृष्ठभाग आणि खालचा आधार–पृष्ठभाग यांच्या दरम्यान निकषण उपकरणाचा उपयोग करता येईल इतकी पुरेशी जागा ठेविलेली असावी. चाचणी नमुन्याला लावलेला निर्दिशित भार ± १ टक्क्याइतका अचूक असावा. वरचा बसविलेला आधार गोलाकार, दृढीकृत

केलेला, धातूचा ठोकळा असावा व तो यंत्राच्या वरच्या शीर्षाच्या मध्यावर घट्ट बसविलेला असावा. नमुन्याशी संपर्क साधल्यावर गोलाचा मध्य ठोकळ्याच्या मध्याजवळ रहावा. गोलाकार बैठकीत ठोकळा काटेकोरपणे धरून ठेविलेला असावा पण कोणत्याही दिशेने फिरण्यास तो मोकळा असावा. नमुन्याचे बिनचूक केंद्रीकरण करणे सोपे जावे म्हणून २ इंची ठोकळ्याच्या दर्शनी भागाच्या विकर्णापेक्षा आधार पृष्ठभागाचा विकर्ण अगर व्यास[१४] फक्त जरासा जास्त असावा. यंत्राच्या खालच्या भागाची झीज कमीत कमी व्हावी म्हणून नमुन्याच्या खाली दृढीकृत केलेला धातूचा ठोकळा वापरावा. नमुन्याशी संपर्क येण्याकरिता असलेले आधार ठोकळ्यांचे पृष्ठभाग C ६० पेक्षा कमी नाही इतक्या रॉक्वेल काठिण्य-संख्येचा असावा. ह्या पृष्ठभागाचे समतल-पृष्ठभागापासून ठोकळे नवे असताना ०.०००५ इंचापेक्षा जास्त विचलन असू नये आणि ते ०.००१इंचाच्या अनुज्ञेय फरकाच्या आत असावे.

लॉस एँजेलिस यंत्र[१५] वापरून केलेले भरड मिलाव्याचे अपघर्षण.

पदसंज्ञा – २१

१. **सामान्य चर्चा** – फोडलेला खडक, फोडलेला काचमळ, बिन फोडलेला कंकर आणि फोडलेला कंकर[१६], यांची अपघर्षण प्रतिरोधकता निर्धारित करण्याचा ह्या चाचणीचा उद्देश असतो.

२. **लॉस एँजेलिस यंत्र** – ह्या यंत्रात दोन्ही टोकांस एक पोकळ पोलादी नळकांडे असते. त्याचा आतला व्यास २८ इंच आणि त्याची आतली लांबी २० इंच असते. नळ-कांड्याच्या टोकाशी बसविलेल्या, पण आत न शिरणाऱ्या खुंट-दंडावर नळकांडे चढविलेले असते आणि ते अशा तऱ्हेने चढविलेलेअसते की, क्षैतिज अवस्थेत आपल्या अक्षाभोवती ते फिरू शकते. चाचणी नमुना नळकांड्यात घालता यावा म्हणून त्यात द्वार ठेविलेले असते. काढता येणारे झाकण बोल्टांनी जागेवर बसवून द्वार धुलिबंद होईल असे बंद करावे. आतल्या

---

१४. ३ x ६ इंची नळकांड्याकरिता ३$\frac{1}{2}$ इंच व्यास पुरेसा मोठा आणि समाधान-कारक असतो. मात्र २ इंची घनाकार ठोकळ्याचा विकर्णापेक्षा खालचा आधार-ठोकळ्याचा व्यास किंचित् मोठा पण २.९ इंचापेक्षा जास्त नसावा आणि वरच्या आधार ठोकळ्याच्या संबंधात केंद्रित केलेला आणि साधनानी धरून ठेवलेला असावा.

१५. ए. एस्. टी. एम्. पदसंज्ञा C १३१ वर आधारित.

१६. दाखविलेल्या निरनिराळ्या आकाराच्या अंदाजी घनाकार तुकड्याशी हाताने फोडलेल्या पुश्तवान खडकाची ह्या पद्धतीने जेव्हा चाचणी करण्यात येते तेव्हा असे आढळून आले आहे की त्यातील हानी त्याच दर्जाच्या फोडलेल्या खडकाच्या हानीच्या अंदाजी ८५ प्रतिशत् असते.

पृष्ठभागाच्या नळकांड्याच्या आकाराशी जुळेल असे झाकणाचे अभिकल्पन करावे. नळ-कांड्यात अरीयत: ३ $\frac{१}{२}$ इंच प्रक्षेप होईल असे आणि पूर्ण लांबीइतके काढता येणारे पायाड, नळकांड्याच्या आतल्या पृष्ठभागाच्या एका घटकाच्या बाजूवर बसवावे. पायाडाची जाडी इतकी असावी आणि ते बोल्टानी अगर मान्य केलेल्या अन्य साधनानी अशा तऱ्हेने बसवावे की ते बळकट आणि ताठ राहील. पायाडाचे स्थान असे असावे की, पायाडापासून द्वाराचे अंतर, भ्रमणाच्या दिशेने नळकांड्याच्या परिघाच्या बाजूने मापले असता ५० इंचापेक्षा[१७] कमी नसेल.

३ – अपघर्षण प्रभार

(अ) अंदाजी १ $\frac{७}{८}$ इंच व्यास असलेल्या आणि प्रत्येकी ३९० ते ४४५ ग्रॅमच्या दरम्यान वजन असलेल्या बीड अगर पोलादी गोळ्यांचा प्रभार बनविलेला असतो. बीडाच्या गोळ्यांचे रासायनिक संघटन ए. एस्. टी. एम्च्या गरजांच्या अनुरूप असावे.

(आ) परिच्छेद ४ मध्ये वर्णन केलेल्या प्रतवारीसह वापरलेले प्रभार खालीलप्रमाणे असतात.

प्रतवारी	गोळ्यांची संख्या	प्रभाराचे वजन – ग्रॅम
A...................................	१२	५००० ± २५
B...................................	११	४५८४ ± २५
C...................................	८	३३३० ± २०

४. **चाचणी नमुना** – ५००० ग्रॅम स्वच्छ, शुष्क मिलाव्याचा चाचणी नमुना बन-वलेला असतो, व खालील कोष्टकातील प्रतवारीपैकी एकीशी तो अनुरूप असतो. कामावर पुरविण्यात आलेल्या मिलाव्याचे अगदी निकट प्रतिनिधित्व करील अशी वापरण्यात येणारी प्रतवारी असावी.

---

१७. चौकोनी अनुप्रस्थ छेद असलेले आणि झाकणापासून स्वतंत्रपणे बसविलेले झीजप्रतिरोधक पोलादाचे पायाड अधिमान्य असते. तथापि रोल्ड कोनाचा छेद असलेले झाकणपट्टीच्या आतल्या बाजूवर योग्य प्रकारे बसविलेले पायाड वापरण्यास हरकत नाही. मात्र भ्रमणाची दिशा अशी असावी की कोनाच्या दर्शनी भागावर प्रभार धरला जाईल.

चाळणीचा आकार – चौकोनी छिद्र		वजन – ग्रॅम		
आतुन जाणारे	वर राहणारे	प्रतवारी A	प्रतवारी B	प्रतवारी C
१½ इंच	१ इंच	१२५०	–	–
१ इंच	¾ इंच	१२५०	–	–
¾ इंच	½ इंच	१२५०	२५००	–
½ इंच	⅜ इंच	१२५०	२५००	–
⅜ इंच	क्र. ३	–	–	२५००
क्र. ३	क्र. ४	–	–	२५००

५. **क्रियापद्धती**–लॉस एँजेलिस चाचणी यंत्रात चाचणी नमुना आणि अपघर्षण प्रभार टाकण्यात येतात आणि दर मिनिटास ३० ते ३३ फेऱ्यांच्या वेगाने यंत्राचे १०० फेरे करण्यात येतात. पायाड म्हणून कोनाचा जर वापर केला असेल तर यंत्र अशा दिशेने फिरवावे की, प्रभार कोनाच्या बाहेरच्या पृष्ठभागात सापडेल. यंत्रातून द्रव्य बाहेर काढण्यात येते आणि ए. एस्. टी. एम्. पदसंज्ञा E ११ " चाचणी कार्याच्या चाळण्यांची मानक विनिर्देशने " यांच्या गरजाशी अनुरूप असणाऱ्या १२ नंबरच्या चाळणीवर चाळण्यात येते. चाळणीच्या वर राहिलेल्या द्रव्याचे नजीकच्या ग्रॅमपर्यंत बिनचूक वजन करण्यात येते. नमुन्यातील कोणत्याही भागाची हानि होणार नाही याची काळजी घ्यावी. अपघर्षण-धूळीसह संपूर्ण नमुना चाचणी यंत्रात घालून यंत्र ४०० वेळा फिरविण्यात येते. नंतर नमुना बाहेर काढून १२ नंबरच्या चाळणीवर चाळून त्याचे नजीकच्या एक ग्रॅमपर्यंत वजन केले जाते.

६. **निष्कर्ष** – चाचणी नमुन्याचे मूळचे वजन आणि १०० फेऱ्यांच्या वेळी व ५०० फेऱ्यांच्या वेळी चाळणीवर राहिलेल्या द्रव्याचे वजन ह्यांच्यातील फरक चाचणी नमुन्याच्या मूळच्या वजनाच्या टक्केवारीत अभिव्यक्त केला जातो. ह्या मूल्यांची झिजेची टक्केवारी म्हणून नोंद केली जाते.

अवपात[१८]

पदसंज्ञा–२२

१. **सामान्य चर्चा** – काँक्रीटची संघनता सामान्यतः खालील पद्धतीनुसार अवपात चाचणी करुन मापन केली जाते.

१८. ए. एस. टी. एम पदसंज्ञा C १४३ वर आधारित.

२. **साचा** – चांचणी नमुन्यापासून ८ इंच व्यासाचा पायथा असलेला शंकुछिन्नक बनविण्यात येतो. त्याच्यावरच्या पृष्ठभागाचा व्यास ४ इंच असतो आणि उंची १२ इंच असते. साचाचा पायथा आणि माथा उघडे असतात आणि एकमेकाशी समांतर आणि शंकूच्या अक्षाशी काटकोनात असतात. साच्याला तळाकरिता एक पदतक्ता आणि मूठ, आ. १९४ त दाखविल्याप्रमाणे, ठेविलेली असते.

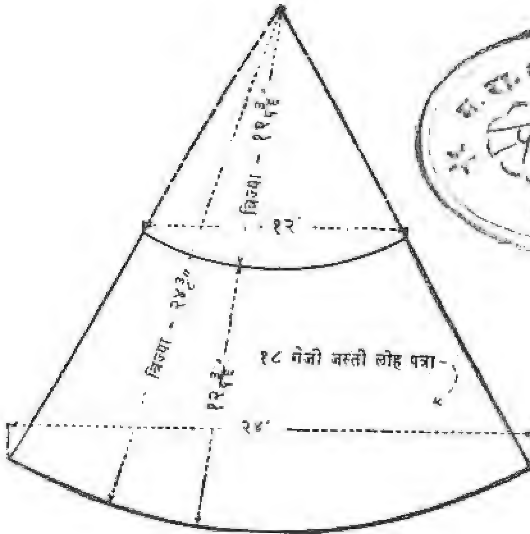
३. **नमुना** – वाटयाचे प्रतिनिधित्व करील असा नमुना असावा. $1\frac{1}{2}$ इंचापेक्षा जास्त आकार असलेल्या मिलाव्याच्या काँक्रीटकरिता $1\frac{1}{2}$ इंचापेक्षा मोठे असलेले मिलाव्यातील तुकडे ओले करुन चाळण करुन काढून टाकण्यात येतात.

४. **क्रियापद्धति** – साचा ओला करावा व सपाट, ओल्या अनावशोषी पृष्ठभागावर ठेवावा. तेथे साचा भरला जात असताना पदतक्तावर उभे राहून परिचालक जागेवर साचा घट्ट धरुन ठेवतो. दर वेळी साचा त्याच्या आयतनाच्या $\frac{1}{3}$ इतका भरुन तो ३ थरात पूर्ण भरण्यात येतो. साच्याच्या तळापासून थरांच्या माथ्यापर्यंत उदग्र मापे अंदाजे $2\frac{1}{2}$, ६ आणि १२ इंच असतात. प्रत्येक पळीभर काँक्रीट टाकताना पळीमधून ते खाली घसरत असताना साच्याच्या वरच्या कडेभोवती पळी फिरवावी; यामुळे साच्याच्या आत एकसारख्या वितरणाची खात्री मिळते.

$\frac{5}{8}$ इंची, २४ इंच लांबीच्या व खालचे ठोक गोळीसारखे असलेल्या दंडाने २५ ठोके मारून प्रत्येक थर दंडित करण्यात येतो. साच्याच्या अनुप्रस्थ छेदावर सर्व ठिकाणी सारखे पडतील असे ठोके मारण्यात येतात आणि तलस्थित थरात त्यांचा किंचित प्रवेश झालेला असावा. तळातल्या थराच्या संपूर्ण खोलीत दंडन करावे. वरचा थर दंडित केल्यावर काँक्रीटच्या पृष्ठभागावर साचा अगदी काठोकाठ भरुन जावा म्हणून पट्टी मारण्यात येते आणि पायथ्यावर पडलेले काँक्रीट काढून टाकण्यात येते. काँक्रीटपासून लागलीच साचा सावकास उदग्र दिशेने वर उचलून काळजीपूर्वक काढून घेण्यात येतो. त्यानंतर लगेच साच्याची उंची आणि अवतलन झाल्यानंतरची काँक्रीटच्या वरच्या पृष्ठभागाची सरासरी उंची यांच्यामधील फरक निश्चित करुन नजीकच्या $\frac{1}{4}$ इंचापर्यंत अवपाताचे मापन करण्यात येते.

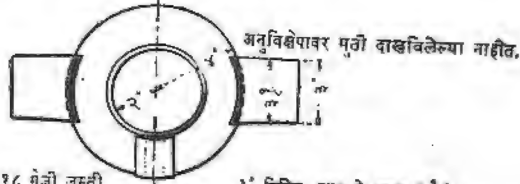
अवपात नमुने जर फुटले अगर आडव्या दिशेने फुगले तर चुकीचे निष्कर्ष मिळतात. अशावेळी नवीन काँक्रीट घेऊन पुनः नमुने तयार करावेत. अवपात मापन पूर्ण झाल्यावर ठोकणीने काँक्रीटच्या छिन्नकाच्या बाजूवर हळुवारपणे थोपटावे. ह्या उपचाराखाली होणार काँक्रीटचा बर्ताव, त्याची ससंजकता, सुकार्यता, आणि आसन-व्यवस्थेची क्षमता यांचे, एक मौल्यवान द्योतक असतो. (आ. २ पहा.) सुप्रमाणित, सुकार्यक्षम मिश्रण खालच्या पातळीकडे सावकास अवपातित होईल पण गौण मिश्रण ढेपाळून जाईल, त्याचे वियोजन होईल आणि अलग होईल. अवपात चांचणी करताना संबंध येणाऱ्या क्रिया आ. १९५ मध्ये दिग्दर्शित केल्या आहेत.

शक्य असेल तेथे दोन दोन अवपात चाचण्या कराव्यात आणि दोन अवपातांच्य सरासरीची नोंद करावी.



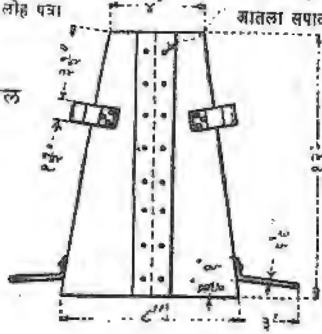


कर्तनाकरिता विकसन





मुठीचा तपशील



आ. १९४

अवपात चांचणीचा साचा 288 – D – 2662

ताज्या कॉंक्रीटचे एकक वजन आणि राशि, आणि त्यांतील सिमेंट, पाणी, हवा आणि मिलाव्याचे अंश

पदसंज्ञा – २३

१. **सामान्य चर्चा** – मिश्रका[१९] जवळील ताज्या कॉंक्रीटचे एकक वजन आणि राशि निश्चित करण्याची ही क्रियापद्धति आहे. सिमेंट, पाणी, हवा आणि मिलावा यांच्या अंशांची निश्चिती एकाच वेळी केली जाते.

२. **एकक वजन चाचणी उपकरण** – ताज्या कॉंक्रीटच्या एकक वजनाकरिता चांचण्या, १/१०, १/५, १/२, ३/४ अगर १ घनफूट क्षमतेच्या नळकांड्यांच्या आकाराच्या मापात करण्यात येतात. चांचणी करण्यात येणाऱ्या कॉंक्रीटमधील मिलाव्याच्या कमाल आकारावर मापाचा आकार अवलंबून असतो. त्याच्या गरजा खालीलप्रमाणे असतात.

मिलाव्याचा कमाल आकार, इंच	(१) किमान क्षमता, घनफूट	मापाची लागणारी अचूकता, पौंड
१½ आणि त्यापेक्षा लहान	०.२०	± ०.०२
३	.५०	± .०५
६	.७५	± .१०
६ इंचापेक्षा जास्त	१.००	± .२०

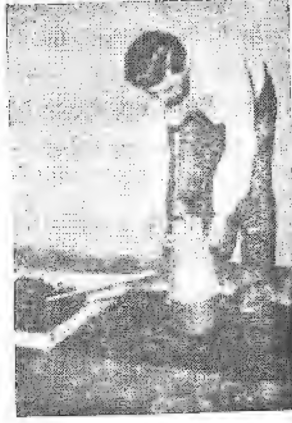
(१) – शिफारसित क्षमता, ३/४ आणि १½ इंचाकरिता ०.५ घन फूट आणि ३ व ६ इंच कमाल आकाराच्या मिलाव्याकरिता १·० घन फूट असते. पदसंज्ञा १२ त दिलेले एकक वजन मापांचे आकारसुद्धा कॉंक्रीटच्या एकक वजन चांचणीकरिता समाधानकारक असतात.

---

१९. सामान्यतः ही चांचणी मिश्रकाजवळ केली जाते, पण हाताळणे, परिवहन अगर स्पंदन या संबंधी विशिष्ट परिस्थितींच्या परिणामामुळे जेथे नेहमीच्या राशीतल्यापेक्षा जास्त हवा नाहीशी झाल्याचे दिसून आले आहे तेथे विचाराधीन उपचार केल्यानंतर हवेकरिता जाच पडताळ करण्याकरिता ही चाचणी कोणत्याही जागी करणे इष्ट होईल.



कॉंक्रीटच्या ३ वेगवेगळ्या थरांचा वापर करून कोनाचे दंडन करणे व त्यात (कॉंक्रीट) भरणे.



साचा सावकाश स्थिरपणे उदग्र दिशेने काढून घेणे.



अवस्थापनानंतर अवपात मापणे.



नम्यतेचे निरीक्षण करण्याकरिता कॉंक्रीट थोपटणे.

आ. १९५

अवपात चाचणी. ठोकणीने अवपात चाचणी–नमुना ठोकून कॉंक्रीटच्या सुकार्यतेचा एक चांगला संकेत प्राप्त होतो. P X – D – 1747, 1745, 1752 व 1753

३. **एकक वजन निश्चित करण्याची क्रियापद्धति** – (अ) मिश्रण पूर्ण झाल्यावर लागलीच चांचणी करण्यात येते.

(आ) मिश्रण माफक ओले केले जाते आणि ओल्या कपड्याने अतिरिक्त ओलावा, चांचणी सुरू करण्याच्या किंचित् अगोदर पुसून घेण्यात येतो.

(इ) माप दोन थरात भरण्यात येते; प्रत्येक थर मापाच्या राशीच्या अंदाजे अर्धा असतो. चांचणीकरिता फक्त प्रातिनिधिक कॉंक्रीटच वापरले जात आहे याची काळजी घ्यावी. $१\frac{१}{२}$ इंचापेक्षा जर मिलाव्याचा कमाल आकार जास्त असेल तर प्रातिनिधिक नमुना घेताना विशेष काळजी घेतली पाहिजे; ६ इंच कमाल आकाराचा मिलावा असलेल्या मिश्रणात चांचणी कॉंक्रीटमध्ये गोट्यांची संख्या किती असावी याचा अंदाज करणे आणि त्यांचा समावेश करणे इष्ट असते. मोठाल्या पृष्ठीय पोकळ्या आणि अश्मकप्पे थरांतून निघून जाण्याकरिता लागणारे किमान स्पंदन करुन प्रत्येक थर स्पंदनित करावा; स्पंदनाचे प्रमाण पुरेसे झाले आहे हे तत्सम स्पंदन केलेल्या कॉंक्रीटच्या नळकांड्यांच्या स्वरूपावरून तपासून घ्यावे. आंतरिक स्पंदनाकरिता जर प्रयोग शाळेतील स्पंदक उपलब्ध नसेल तर मोठ्या स्पंदनकाचा वापर करावा. तो भांड्याच्या बाहेर लावून स्पंदन करावे. चांचणीतल्या कॉंक्रीटची राशि थोडीच असल्याने दिसते त्यापेक्षा स्पंदनाचे प्रमाण पुष्कळ वेळा जास्त होते आणि असे झाले तर वायूची अतिशय हानि होण्याची शक्यता असते. मध्यम अवपाताच्या सामान्य कॉंक्रीटकरिता स्पंदनक एक अगर दोन सेकंद आत घालून बाहेर काढण्यापेक्षा जास्तीची जरूरी नसते. कॉंक्रीट हाताळताना, टाकताना आणि स्पंदन करताना वायूच्या हानीस उत्तेजन मिळेल असे स्पंदन करण्याचा प्रयत्न करु नये. (तळटीप १९ पहा.) दुसऱ्या थरातील स्पंदने खालच्या थरात एक इंचापेक्षा जास्त प्रविष्ट होऊ देऊ नयेत. स्पंदनानंतर पोलादी अगर हार्डवुडच्या सरलपट्टीने भांड्याच्या माथ्याच्या पातळीत कॉंक्रीट आणण्यात येते. मापाच्या बाजूवरील ओसंडून आलेला चुना पूर्णपणे साफ करावा. परिच्छेद २ मध्ये दर्शविलेल्या अचूकतेच्या मान्य तराजूवर वजन करावे. कॉंक्रीटच्या निव्वळ वजनाला समापनाने निर्धारित केलेल्या भांड्याच्या राशीने भागून एकक वजन निर्धारित करावे.

४. **संगणना** – मिश्रणाच्या प्रत्येक अंतर्वस्तूचे सघन वजन, त्याचे विशिष्ट गुरुत्व व दर घ. फू. पाण्याचे वजन यांच्या गुणाकाराइतके असते. वाट्यात जागा व्यापलेल्या अंतर्वस्तूची सघन राशि, अंतर्वस्तूच्या वाट्याच्या वजनाला त्याच्या सघन एकक वजनाने भागून निर्धारित केली जाते. कॉंक्रीटच्या नमुनेदार वाट्याकरिता खालील कोष्टकात संगणने दिग्दर्शित केली आहेत.

अंतर्वस्तू	दर वाट्याचे वजन, पौंड	विशिष्ट गुरुत्व	दर घनफुटात पौंडात सघन वजन	दर घनफुटास सघन राशि
पाणी	१६८.३	१.००	६२.३०	२.७०
पोझोलान	७०	२ ५०	१५५.७५	०.४५
सिमेंट	२८२	३.१५	१९६.२५	१.४४
वाळू	७६५	२.६५	१६५.१०	४.६३
कंकर	१३२७	२.७०	१६८.२१	७.८९
वायू	–	–	–	Va
वाट्याचे एकूण (वजन व राशि)	२६१२	–	–	१७.११ + Va

काँक्रीटच्या वाट्याची राशि आणि अंतर्वस्तूंची सघन राशि यांच्यामधील फरक ही वायूची राशि असते.

मापित एकक वजन = दर घनफुटास १४३.५ पौंड

$$\text{वाट्याची राशि} = \frac{\text{वाट्याचे एकूण वजन}}{\text{मापित एकक वजन}} = \frac{२६१२}{१४३.५}$$

$$= १८.२० \text{ घनफूट}$$

$$\text{अगर } \frac{१८.२०}{२७} = ०\cdot६७४ \text{ घन यार्ड.}$$

वायूची राशि = वाट्याची राशि — अंतर्वस्तूंची सघन राशि

अथवा १८.२० – १७.११ = १.०९ घन फूट

$$\text{प्रतिशत वायू} = \frac{\text{वायूची राशि (घन फूट)} \times १००}{\text{वाट्याची राशि (घन फूट)}}$$

$$= \frac{१.०९}{१८.२०} \times १०० = \text{प्रतिशत् ६}$$

एक घनयार्ड काँक्रीटमधील प्रत्येक अंतर्वस्तूची राशि, वाट्याचे वजनाला वाट्याच्या घनयार्ड राशीने भागून आलेल्या भागाकाराइतकी असते.

$$\text{पाणी} = \frac{१६८.३}{०.६७४} = \text{दर घन यार्डास २५० पौंड}$$

$$\text{पोझोलान} = \frac{७०}{०.६७४} = \text{दर घन यार्डास १०४ पौंड}$$

सिमेंट = $\frac{२८२}{०.६७४}$ = दर घन यार्डास ४१८ पौंड

वाळू = $\frac{७६५}{०.६७४}$ = दर घन यार्डास ११३५ पौंड

कंकर = $\frac{१३२७}{०.६७४}$ = दर घन यार्डास १९७० पौंड

५. दृढीभूत झालेल्या कॉंक्रीटची राशि – जागेवरील वायुधारित दृढीभूत कॉंक्रीटची राशि मिश्रण केलेल्या कॉंक्रीटच्या सुमारे ९८ टक्के असते आणि काही उदाहरणांत ती त्याहीपेक्षा कमी असू शकते. खालील बाबी ह्या हानीस कारणीभूत होऊ शकतात.

(१) जलयोजन कालातील सिमेंट आणि मिश्रणजलाच्या संयुक्त राशीतील घट.

(२) उभाराच्या तळाशी होणारे धारित वायूचे संपीडन.

(३) हाताळताना, टाकताना आणि स्पंदन करताना धारित वायूची अंशत: झालेली हानि.

(४) अवस्थापन आणि नि:स्त्रवणामुळे होणारी हानि

(५) शुष्कन संकुचनामुळे होणारी अल्पशी हानि.

दृढीभूत कॉंक्रीटच्या राशीचे संगणन करताना फुकट गेलेल्या अगर अन्य तऱ्हेने हानि झालेल्या कॉंक्रीटचाही विचार केला पाहिजे. रचित कॉंक्रीटच्या प्रत्यक्ष आणि नाममात्र मापांतील कॉंक्रीट टाकताना फर्मे पसरल्यामुळे अगर फर्मे चुकीचे बनविल्यामुळे निर्माण होणाऱ्या कोणत्याही विसंगतीचा परिणाम चुकीच्या आयतनमापनात होईल हे लक्षात ठेवावे.

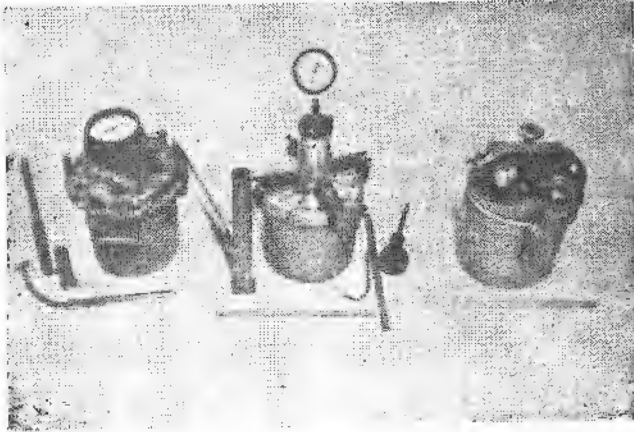
जेव्हा जास्त अचूक आकडे उपलब्ध नसतात तेव्हा दृढीभूत कॉंक्रीटची राशि ताज्या कॉंक्रीटच्या निव्वळ राशीच्या २ टक्क्याने कमी आहे असा अंदाज करावा ह्या आधारावर दृढीभूत कॉंक्रीटमधील सिमेंटचा अंश, मिश्रकाजवळच्या ताज्या कॉंक्रीटमधील परिच्छेद ४ मध्ये निश्चित केल्याप्रमाणे अंश भागिले ०.९८ इतका येईल.

दाब पद्धतीने प्राप्त केलेला ताज्या कॉंक्रीटमधील हवेचा अंश

पदसंज्ञा – २४

१. सामान्य चर्चा – रेक्लमेशन ब्यूरोने आपल्या प्रकल्पांवर (आ. १९६ पहा.) वापरण्याकरिता वॉशिंग्टन प्रकारचे दाबवायुमापी स्वीकृत केले आहेत. वायूच्या बॉयल्स नियमावर ह्या मापकांचे परिचालन आधारलेले आहे. वायूची राशि एका विशिष्ठ प्रारंभिक दाबाखाली ताज्या कॉंक्रीटच्या भांड्यात विस्तरित होऊ दिली जाते व त्यामुळे धारित वायूच्या पोकळ्यांचे संपीडन होते. दाबात होणाऱ्या घटीवरुन कॉंक्रीटमधील वायूच्या पोकळ्यांची टक्केवारी सूचित होते. ही टक्केवारी मापावर प्रत्यक्ष मापण्यात येते

ह्या प्रकाराचा वायुमापी ब्यूरोंच्या काही विशिष्ठ प्रकारच्या कामावर विशेषेकरुन फायदेशीर असतो कारण परिचालनाला अगदी थोडे पाणी लागते आणि हवेच्या दाबातील फरकाचा समापनावर परिणाम होत नाही.



आ. ११६

वॉशिंग्टन प्रकाराचे वायुमापी PX – D – 35727

ह्या पदसंज्ञेत अन्य प्रकारांच्या वायुमापींचा समावेश केलेला नाही. त्यांच्या परिचालनासाठी योग्य ते ए. एस. टी. एम मानक पहावे.

२. **उपकरण** – (अ) सिमेंटच्या गंधाने सहजासहजी बाधित न होणाऱ्या विस्तरण मर्यादेत राहील अशा पुरेशा ताठर विशेषत: पोलादी अगर अन्य कठीण धातूच्या कोरी असलेल्या नळकांड्याच्या आकाराच्या भांड्याचे हे आधार भांडे केलेले असते. भांड्याच्या वरच्या, दाबघट्ट होईल असे जेथे झाकण बसते तेथल्या, पृष्ठभागाची यंत्रसफाई केलेली असते. काँक्रीटच्या नमुन्यातील भरड मिलाव्याच्या आकारावर भांड्याचा किमान आकार अवलंबून असतो. (पदसंज्ञा २३)

(आ) सिमेंट गंधाचा सहजासहजी परिणाम न होणारे पोलाद अगर अन्य कठीण धातू असलेल्या आच्छादनाचा संच, आधारभांडे आणि झाकण हे दोन्ही एकमेकात बसविण्यात येतात तेव्हा दाबघट्ट बैठक मिळण्याची खात्री राहील अशा तऱ्हेने कोरीची यंत्रसफाई करण्यात येते. झाकणाला एक वायुकक्ष असून त्यावर बसविलेला अगर स्वतंत्र पंप वायूकक्षात दाब विकसित होण्याकरिता बसविलेला असतो; हवेतील दाबाइतका दाब खाली आणण्यासाठी एका झडपेची तरतूद केलेली असते; भांड्यात प्रवेश करण्याकरिता वायूकक्षातील हवा जावी म्हणून एक परिचालन झडप, वायुकक्षातून न जाता भांड्यातील

हवा सरळ सरळ वातावरणात विरून जावी म्हणून एक उपनिकासी झडप आणि योग्य व्याप्तीचा दाबमापक झाकणावर बसविलेले असतात.

(इ) आधार भांड्याच्या राशीच्या अदमासे एक टक्क्याइतकी राशि असलेले समापनी नळकांडे. समापनी नळकांडे आणि आधार भांड्यावर झाकण्यास उपयुक्त होईल अशी काचेची पट्टी.

(ई) थापी, काटछाट शीग, घुमसदंड स्पंदनक, पिचकाऱ्या, नाळके अगर अन्य उपकरणांचा समावेश असलेली उपकरणांच्या परिचालनास अवश्य असणारी विविध उपकरणे.

३. **उपकरणाचे समापन** – वापरण्यात येणाऱ्या उपकरणाच्या अभिकल्पनेवर त्याच्या समापनाच्या क्रियापद्धतीतील फेरबदल अवलंबून असतो. वापरण्यात येणाऱ्या विशेष प्रकारच्या मापीचे समापन करताना निर्मात्यांच्या सूचनांचे अनुसरण करावे. नमुनेदार समापनात खालील आवश्यक टप्प्यांचा समावेश असतो. आधार भांडे पाण्याने भरण्यात येते आणि त्यावर झाकण बसविले जाते. परिचालनाला पाणी कमी लागणाऱ्या प्रकारचे जर उपकरण असेल तर हे पाणी घालण्यात येते. वायुकक्षाच्या झडपा बंद केल्या जातात आणि प्रारंभिक दाब चिन्हापेक्षा किंचित् जास्त हवा कक्षात पंप करण्यात येते. थोड्या सेकंदांपर्यंत हवा थंड होऊ दिली जाते आणि गेज हलके थोपटले जात असताना काही सेकंदे हवा गरम होऊ दिली जाते. गेजवर दर्शविलेला हवेचा अंश शून्य टक्के असला पाहिजे. वरील क्रियापद्धति पुनः करण्यात येते व सूचनाबरहुकूम प्रत्येक मापन करण्यापूर्वी समापन-नळकांड्यात अगर मापीत पाण्यातील उत्तरोत्तर होणारी वाढ काढून घेण्यात येते. मापीतून काढून घेतलेल्या पाण्याच्या राशीने जो अंश प्रतिदर्शित केला तो सूचित हवेचा अंश होय. मापीतून काढून टाकलेल्या पाण्याच्या जागी जी हवा येते ती भांड्याच्या माथ्यापाशी असते आणि तिच्यावर प्रारंभिक जलस्थैतिक दाब नसतो. कॉंक्रीटच्या नमुन्यातील हवा, माथ्याजवळ शून्यापासून तळाशी कॉंक्रीटच्या वजनामुळे पडलेल्या दाबाइतक्या दाबापर्यंत भिन्नभिन्न दाबाखाली असते. जरी वर्णन केल्याप्रमाणे केलेल्या समापनात प्रारंभिक जलस्थैतिक दाबातील ह्या फरकासंबंधी गुंजाईष ठेवता येत नसली तरी चूक इतकी अल्प असते की, ती चाचणीच्या अचूकतेच्या मर्यादेत असते आणि तिची उपेक्षा केली तरी चालते. जर सूचित हवा-अंश अचूक राशिइतका नसेल तर प्रारंभिक रेषेत बदल करून दाबमापीवरील तबकडी पुनः चिन्हांकित करून दाबमापीची तबकडी सरकवून अगर दाबमापीचे समायोजन करून योग्य तितके उपकरणाचे समायोजन करावे.

४. **ताज्या कॉंक्रीटमधील हवेचा अंश निर्धारित करण्याची क्रियापद्धति** – (अ) पदसंज्ञा २३ मध्ये दिलेल्या कॉंक्रीटचे एकक वजन निश्चित करण्याच्या क्रियापद्धतीचे अनुसरण करून ताज्या कॉंक्रीटच्या एका प्रातिनिधिक नमुन्यात आधारभांडे भरावे. नाममात्र $1\frac{1}{2}$ इंचापेक्षा जास्त आकाराचा मिलावा जर ताज्या कॉंक्रीटमध्ये असेल आणि $\frac{1}{4}$ घन फूटाचे भांडे वापरले असेल तर $1\frac{1}{2}$ इंची चौरस छिद्रे असलेल्या चाळणीवर नमुन्याचे आर्द्रचाळण करावे.

(आ) मांड्याची कडा आणि झाकण स्वच्छ असावे, आणि परिचालन व निस्रावी झडपा उघड्या ठेवून झाकण जागेवर बसवावे. जर उपकरणात पाणी वापरले जात असेल तर निर्मात्याच्या सूचनांप्रमाणे त्यात पाणी घालावे. (आ. १९६ मध्ये उजव्या बाजूला दाखविलेल्या उपकरणाकरिता हवाकक्ष आणि कॉंक्रीटमधील झडप पाणी घालण्यापूर्वी बंद केली पाहिजे. नाहीतर पाणी हवा-कक्षात शिरेल.) नंतर हवा-कक्षाच्या झडपा बंद करण्यात येतात आणि हवा-कक्षातील दाब प्रारंभिक दाब-चिन्हापेक्षा किंचित जास्त वाढविण्यात येतो. हवा थंड होण्याकरिता थोडी सेकंदे वाट पाहून निःस्रावी झडप उघडून सूचिका सुरवातीच्या चिन्हापाशी आणण्यात येते. त्यावेळी गेज हलकेसे थोपटण्यात येते. नंतर हवा-कक्ष आणि कॉंक्रीट यांच्यामधली झडप शीघ्रगतीने उघडण्यात येते.

गेज हलकेसे थोपटण्यात येते आणि ते स्थिर झाल्यावर, तबकडीवर हवेच्या टक्केवारीचे मापन करण्यात येते

कॉंक्रीटच्या निःस्रवणाच्या चांचणीची पद्धति

पदसंज्ञा – २५

१. **व्याप्ती** – चांचणी करण्याच्या परिस्थितीत ताजे मिश्रण केलेल्या कॉंक्रीटच्या नमुन्यातील निःस्रवणाचा तौलनिक वेग आणि निःस्रवण होणाऱ्या मिश्रण जलाची राशि निश्चित करण्याच्या क्रियापद्धतीचा ह्या चांचणीत समावेश आहे. वर्णन केलेले उपकरण, २½ इंच कमाल आकारापर्यंत (२ इंचाचा सांकेतिक कमाल आकार) तो आकार धरून केलेल्या प्रतवारीच्या मिलाव्याचा कोणताही आकार असलेल्या कॉंक्रीटच्या नमुन्याकरिता, वापरण्यास हरकत नाही.

२. **उपकरण** – (अ) ½ घ. फू. धारण क्षमतेचे नळकांड्याच्या आकाराचे भांडे.

(आ) ०.१ पौंडाइतकी अचूकता असलेला किमान १०० पौंड क्षमतेचा मंचतराजू.

(इ) चांचणीच्या नमुन्याच्या पृष्ठभागावरून मुक्तजल काढून घेण्याकरिता शोषनलिका अगर तत्सम साधन

(ई) काढून घेतलेले पाणी गोळा करण्यास आणि त्याचे मापन करण्याकरिता १०० मि. लिटर क्षमतेचे अंशांकनित कांचपात्र.

(उ) ⅝ इंच गोल, अदमासे २४ इंच लांब आणि टोकाला अंदाजी ⅝ त्रिज्येची गोलाई दिलेला आणि १ इंच अंतरापर्यंत निमुळता केलेला पोलादी सळईचा धुमस-दंड.

३. **चांचणी नमुने** – ताजे मिश्रण केलेले कॉंक्रीट वापरावे. पदसंज्ञा २३ मध्ये वर्णन केल्याप्रमाणे १० इंच ± ½ इंच उंचीपर्यंत कॉंक्रीटने भांडे भरावे. कमीत कमी थापीकाम करुन योग्य प्रमाणात सफाईदार पृष्ठभाग होईल अशा तऱ्हेने कॉंक्रीटच्या पृष्ठभागाचा माथा समतल करावा.

४. **क्रियापद्धति** – चाचणी करण्यात येत असताना ६५° ते ७५°F च्या दरम्यान परिसर–तपमान ठेवावे. नमुन्याचा पृष्ठभाग थापीने सारखा केल्यानंतर, भांडे आणि त्यातील द्रव्य यांचे वजन करावे आणि वेळेची नोंद करावी. नमुना आणि भांडे लक्षात येण्याजोगे स्पंदन होणार नाही अशा समतल मंचावर अगर फरशीवर ठेवण्यात येते आणि सोयीस्कर झाकणाने भांडे झाकून टाकण्यात येते. हे झाकण पाणी काढून घेण्याच्या वेळेखेरीज चांचणीच्या संपूर्णकालात भांड्यावर ठेवलेले असावे. शोषनलिका अगर तत्सम साधनाने दर १० मिनिटांच्या कालांतराने निःस्त्राव थांबेपर्यंत पाणी काढून घेतले जाते. "निःस्त्रावी" पाणी गोळा करण्यास सोयीचे व्हावे म्हणून ज्यावेळी पाणी काढून घेण्यात येते त्या प्रत्येक वेळी भांड्याच्या एका बाजूच्या खाली अदमासे २ इंच जाड ठोकळा ठेवून नमुना काळजीपूर्वक कलता करण्यात येतो. पाणी काढून घेतल्यानंतर धक्का न बसेल अशा तऱ्हेने भांडे पुनः समतल अवस्थेत ठेवण्यात येते. पाणी काढून घेण्याच्या प्रत्येक क्रियेनंतर १०० मि. लि. अंशांकिनित भांड्यात ते पाणी घालण्यात येते. प्रत्येक वेळी पाणी घातल्यानंतर पाण्याच्या संचयित राशींची नोंद करण्यात येते.

५. **गणना** – (अ) संचयित "निःस्रावी" पाण्याची गणना चांचणी नमुन्यात असलेल्या निव्वळ मिश्रण-जलाच्या टक्केवारीत खालीलप्रमाणे अभिव्यक्त केली जाते.

$$\text{निःस्राव, प्रतिशत्} = \frac{B}{C \times ४५३.६} \times १००$$

येथे

$$C = \frac{w}{W} \times A = \text{चांचणी नमुन्यातील पाण्याचे पौंडात वजन,}$$

W = वाट्याचे पौंडात एकूण वजन

w = वाट्यातील पाण्याचे पौंडात निव्वळ वजन

A = नमुन्याचे पौंडात वजन

B = नमुन्यातून काढून घेतलेल्या पाण्याची मिलिलिटरमध्ये एकूण राशि आणि

C × ४५३.६ = मिलिलिटरमध्ये अभिव्यक्त केलेली चांचणी नमुन्यातील पाण्याची राशि

(आ) पृष्ठभागाच्या दर एकक क्षेत्रावरील निःस्राव खालीलप्रमाणे प्राप्त करता येतो.

$$\left(\begin{array}{c} \text{निःस्राव, पृष्ठभागाच्या दर चौरस} \\ \text{सेंटिमिटरला मिलिलिटर} \end{array} \right) = \frac{V_१}{A_१}$$

येथे

$V_१$ = मिलिलिटरमध्ये निःस्रावी पाण्याची राशि, आणि

$A_१$ = चौरस सेंटिमीटरमध्ये अनावृत्त काँक्रीटचे क्षेत्रफळ.

कॉंक्रीटमधील घटकांची विविधता
(मिश्रकाच्या कामाची चांचणी)
पदसंज्ञा – २६

१. **सामान्य चर्चा** – एकसारखेपणाच्या विहित मर्यादांत असणारी कॉंक्रीटचे मिश्रण करण्याची क्षमता तपासण्याकरिता मिश्रकाच्या कामाची चांचणी करण्यात येते. भरड मिलाव्याच्या राशींतील तफावत आणि २ नमुन्यांतील वायुमुक्त चुन्याचे एकक वजन यांची तुलना करून ताज्या कॉंक्रीटच्या एकसारखेपणाचे मूल्यमापन करण्यात येते. हे एकक वजन एकदा पुढील बाजूस आणि एकदा मागील बाजूस असे घेतलेले असते अगर वाटयातील पहिल्या आणि शेवटच्या भागातून, मिश्रकातून बाहेर पडत असताना, घेतलेले असते. ही चांचणी सर्व प्रकारच्या आणि आकाराच्या मिश्रकांना लागू होते.

२. **उपकरण** –(अ) एकक वजनी मांडण्याकरिता अगर चांचणी नमुन्यातील १½ इंच आकारापेक्षा मोठ्या मिलाव्याच्या आर्द्र चाळण्याकरिता लागणाऱ्या उपकरणासह ¼ घ. फूटी वायुमापीकरिता २३र्‍या पदसंज्ञेत रूपरेखित केलेल्या गरजा पुऱ्या करील अशा सोयीस्कर क्षमतेचा वायुमापी.

(आ) नमुन्याच्या निव्वळ वजनाच्या ०.१ प्रतिशत् अचूकता असलेला हव्या असलेल्या क्षमतेचा तराजू.

(इ) सोयीस्कर क्षमतेची (अंदाजे १८ × १८ इंच) पितळेची क्र. ४ चाळण.

(ई) २४ × २४ इंची ४ थाळ्या

(उ) क्र. ४ च्या चाळणीवर राहिलेल्या, पाण्यात तरंगत ठेवलेल्या, द्रव्याचे वजन करण्याकरिता लागणारे उपकरण

३. **नमुने** – पुरेशा राशीचे ताजे मिश्रण केलेल्या कॉंक्रीटचे दोन नमुने, पुरेशा क्षमतेच्या वायुमापीने वायु अंशाची चांचणी करण्याकरिता घेण्यात येतात. (जर १½ इंचापेक्षा मोठ्या कमाल आकाराचा मिलावा असलेल्या कॉंक्रीटकरिता ¼ घ. फूटी वायुमापी वापरला असेल तर २३व्या पदसंज्ञेत दाखविलेल्या कॉंक्रीटमधील मिलाव्यातील प्रत्येक विशिष्ट आकाराकरिता करण्यात येत असलेल्या एकक वजन चाचणीकरिता लागणाऱ्या आकाराशी जुळणारा नमुन्याचा आकार असावा.)

४. **क्रियापद्धति** - मिश्रकाच्या पुढच्या अगर मागील बाजूतून अगर मिश्रकांतून बाहेर पडत असताना वाटयाच्या पहिल्या अगर शेवटच्या भागातून नमुने घेण्यात येतात. १½ इंचापेक्षा मोठ्या कमाल आकाराच्या मिलाव्याच्या कॉंक्रीटच्या चांचणीकरिता ¼ घ. फू. वायुमापी वापरताना नमुन्याचे काळजीपूर्वक वजन करण्यात येते आणि १½ इंची चाळणीमधून त्याचे आर्द्रचाळण केले जाते. नंतर चाळणीवर राहिलेले द्रव्य धुण्यात येते आणि वजन करण्यापूर्वी संपृक्त पृष्ठशुष्क अवस्थेपर्यंत सुकविण्यात येते.

नमुने घेतल्यानंतर आणि जरूर तर त्यांचे आर्द्र चाळण केल्यावर लगेच वायुमापी वापरून त्याची वजने आणि वायु अंश निर्धारित केले जातात. प्रत्येक चाचणीत वापरलेल्या नमुन्यातील एक भाग क्र. ४ च्या चाळणीवर धुण्यात येतो. क्र. ४ आणि १$\frac{1}{2}$ इंच आकाराच्या मधल्या मिलाव्याच्या भागाने व्यापलेल्या (द्रव्याचे) वजन आणि राशि प्रस्थापित करण्याकरिता क्र. ४ च्या चाळणीवर राहिलेले द्रव्य संपृक्त पृष्ठशुष्क अवस्थेपर्यंत कोरडे करावे आणि त्याचे वजन करावे अगर पाण्यात लोंबत ठेवून ओल्या द्रव्याचे वजन करावे आणि संपृक्त पृष्ठशुष्क वजन आणि राशि त्या द्रव्याच्या विशिष्ठ गुरुत्वावरून संगणित करावी. ही चांचणी करण्याकरिता नंतरच्या पद्धतीत कमी वेळ लागतो.

५. **संगणने**-चुन्याचे मुक्तवायु एकक वजन आणि दर घ. फू. कॉंक्रीटमधील मरड मिलाव्याचे वजन खालील सूत्रावरून संगणित करण्यात येते. (सा. ३४)

चुन्याच्या मुक्तवायु एकक वजनाकरता.

$$M = \frac{b-c}{V-\left(A+\frac{c}{G\times ६२.३}\right)}$$

दर घ. फू. कॉंक्रीटमधील मरड मिलाव्याच्या (पुरेशा क्षमतेचा वायुमापी वापरून) वजनाकरिता

$$W = \frac{c}{V}$$

येथे M=द. घ. फु. स. पौंडात मुक्तवायु चुन्याचे एकक वजन

b= वायुमापीतील नमुन्याच्या भागाचे (हवेतील) वजन,

c=क्र. ४ च्या चाळणीवर राहिलेल्या द्रव्याचे (हवेतील) वजन,

V=घ. फु. त नमुन्याचे आकारमान

A=प्रतिशत् वायुला १०० ने भागून त्या भागाकाराने भांड्याचे आकारमान V ला गुणून हवेची राशी संगणित केली जाते.

G=मरड मिलाव्याचे विशिष्ट गुरुत्व आणि

W=कॉंक्रीटच्या द. घ. फु. स मरड मिलाव्याचे वजन, निमज्जित वजनावरून संगणित केलेल्या W करिता

$$W = (\text{निमज्जित वजन}) \times \frac{G}{G-1}$$

सारणी ३४

पदसंज्ञा २६

मिश्रकाच्या कामाच्या चाचणीच्या संगणनांचे उदाहरण.

संयंत्र–पूर्व–मिश्रक पश्चिम; दि. ६–३०–५९, पाळी – दिवस;

निरीक्षक जे. जी. आर; – चांचणीची वेळ दुपारी १२-३५ अवपात-२ इंच.

मिश्रणकाल – २ मिनिटे; वाटा क्र. १९५; संघनता – ३.५;

मिश्रण क्र. १७; मिलाव्याचा कमाल आकार – ६ इंच.

	मिश्रकाच्या पुढच्या बाजूवरचा अगर मिश्रकातून बाहेर पडत असलेल्या वाटयाचा पहिला भाग		मिश्रकाच्या मागल्या बाजूवरचा अगर मिश्रकातून बाहेर पडत असलेल्या वाटयाचा शेवटचा भाग	
	वजन-पौंड	राशि घ. फू.	वजन-पौंड	राशि घ. फू.
नमुन्याचे वजन	२९७.३	–	३०३.०	–
$1\frac{1}{2}$ इंची चाळणीवर राहिलेल्या द्रव्याचे वजन	४८.७२	–	५७.०६	–
वजनातील फरक	२४८.५८	–	२४५.९४	–
$1\frac{1}{2}$ इंची चाळणीवर राहिलेल्या द्रव्याची टक्केवारी	१९.६%	–	२३.२%	–
वायुमापीतील नमुन्यांचे वजन आणि राशि	३६.४५	०.२५००	३६.९६	०.२५००
वायुमापीने वायु अंश	४.२%	–	३.६%	–
वायूची राशि	–	०.०१०५	–	०.००९०
नमुन्याचे वजन आणि वायुमुक्त राशि	३६.४५	०.२३९५	३६.९६	०.२४१०
४ क्र. च्या चाळणीवर राहिलेल्या द्रव्याचे निमज्जित वजन	१२.१४	–	१२.८७	–
अधिक ४ द्रव्याचे संगणित संपृक्त पृष्ठशुष्क वजन आणि सघन राशि	१९.२८	०.११४६	२०.४४	०.१२१५

नमुन्यातील चुन्याचे प्रातिनिधित्व करणारे वजन आणि राशि	१७.१७	०.१२४९	१६.५२	०.१२९५
(दर घ. फू.स पौंडात) वायु-मुक्त चुन्याचे संगणित एकक वजन	१३७.५	—	१३८.२	—
संपूर्ण मिश्रणाचे प्राति-निधित्व करण्याकरिता वायुमापी-नमुन्यात लाग-णारे अधिक १$\frac{१}{२}$ इंच द्रव्या-चे वजन आणि सघन राशि	७.१४	०.०४२४	०.५७	०.०५०९
संपूर्ण मिश्रणाचे एकक वजन	१४९.०८	—	१५१.३१	—
संपूर्ण मिश्रणाचे प्राति-निधित्व दाखविण्याकरिता वायुमापीतील अधिक १$\frac{१}{२}$ इंच द्रव्याचा एकूण भरड मिलावा	२६.४२	—	२९.०१	—
दर घ. फू. काँक्रीटमधील एकूण भरड मिलावा	९०.३६	—	९६.४१	—

१ निमज्जित वजन $\times \frac{\text{वि. गु.}}{\text{वि. गु.}-१}$ = मिलाव्याचे संपृक्त पृष्ठशुष्क वजन

वायुमुक्त चुन्याचे सरासरी एकक वजन $\frac{१३७.५+१३८.२}{२}$ = १३७·८५ पौंड / घ. फू.

सरासरीपासून एकक वजनाचे विचरण = $\frac{१३७.८५-१३७.५०}{१३७.८५} \times १०$ = ०.२५%

(अनुज्ञेय कमाल विचरण ०.८० टक्के असते)

भरड मिलाव्याचे सरासरी एकक वजन = $\frac{९०.३६+९६.४१}{२}$ = ९३.३८ पौं./ घ.फू.

भरड मिलाव्याचे एकक वजनाचे विचरण = $\frac{९३.३८-९०.३६}{९३.३८} \times १००$ = ३.२३%

(अनुज्ञेय कमाल विचरण ५.० टक्के असते) 288 –D– 2676

$1\frac{1}{2}$ इंचापेक्षा मोठा भरड मिलावा काढून टाकण्याकरिता आर्द्र चाळण केलेल्या नमुन्यच्या चाचणीच्या बाबतीत द. घ. फू. कॉंक्रीटमधील एकूण भरड मिलाव्याचे वजन

$$W = \frac{c + \left(\frac{S-T}{T}\right) \times b}{V + \left[\left(\frac{S-T}{T}\right) \times \frac{1}{G \times 62.3}\right]}$$ असते.

येथे c = क्र. ४ च्या चाळणीवर राहिलेल्या द्रव्याचे (हवेतील) वजन

b = वायुमापीतील नमुन्याच्या भागाचे (हवेतील) वजन,

S = आर्द्र चाळण करण्यापूर्वीचे नमुन्याचे वजन,

V = वायुमापीतील नमुन्याची राशि,

T = $1\frac{1}{2}$ इंची चाळणीतून जाणाऱ्या नमुन्याच्या भागाचे वजन आणि G = $1\frac{1}{2}$ इंची द्रव्याचे विशिष्ट गुरुत्व.

टीप – $\left(\frac{S-T}{T}\right)b$ ह्या संज्ञेवरुन मूळ कॉंक्रीटचे प्रातिनिधित्व करण्याकरिता वायुमापी नमुन्यात लागणाऱ्या $1\frac{1}{2}$ इंचापेक्षा मोठ्या भरड मिलाव्याचे वजन मिळते. वायुमापी नमुन्याचे एकूण वजन आणि मूळ नमुन्याचे प्रातिनिधित्व करण्याकरिता लागणारे अधिक $1\frac{1}{2}$ इंची द्रव्य ह्या दोघांना वायुमापी नमुन्याच्या राशीत अधिक $1\frac{1}{2}$ इंची द्रव्याची, त्याचे वजन आणि विशिष्ट गुरुत्व यांच्यावरून संगणित केलेल्या राशीची वाढ करून ह्या वाढीव राशीने भागून संपूर्ण मिश्रणाचे एकक वजन संगणित करता येते.

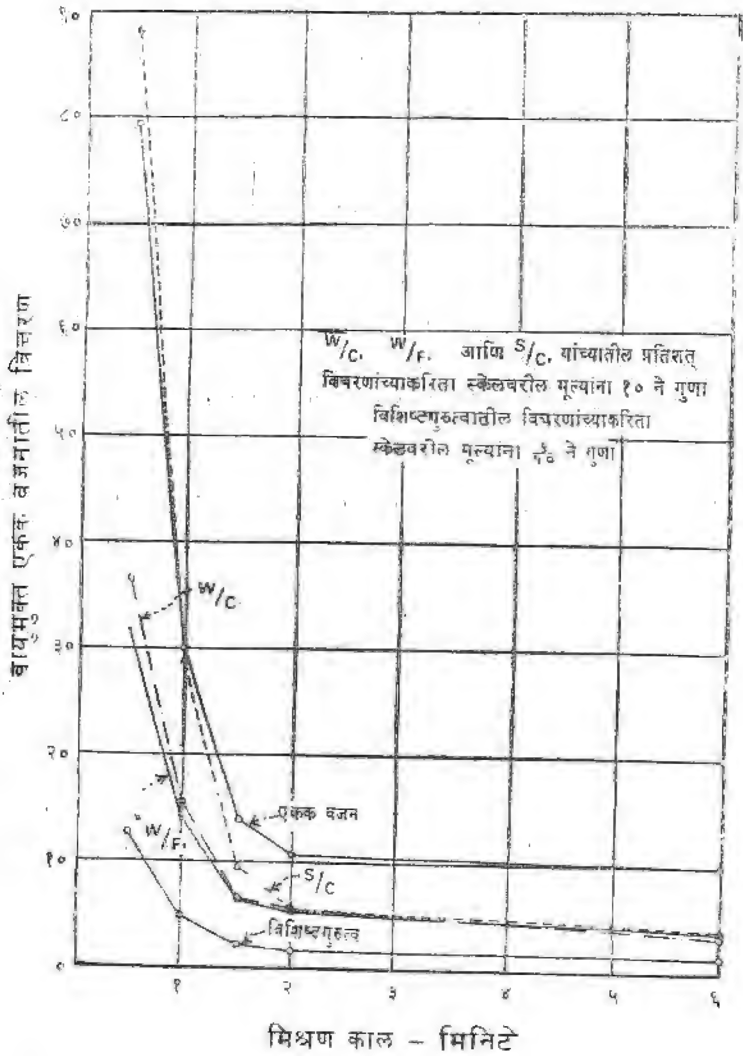
६. **मिश्रण कालावधी** – ग्रँड कूली, मार्शल फोर्ड आणि फ्रियांट धरणाच्या संरचन कालातील चुन्यांच्या नमुन्यावर घेतलेल्या शेकडो चाचण्यांच्या विश्लेषणावरून हे उघड झाले की जेव्हा आ. १९७ मध्ये दाखविलेली तुलना करण्यात आली तेव्हा चुन्याच्या एकक वजनातील तफावत आणि जल–सिमेंट, वाळू–सिमेंट आणि जल–सूक्ष्मकण यांच्या गुणोत्तरांतील तफावती मिश्रणाची पर्याप्तता प्रतिबिंबित करतात.

प्रयोग शाळेतील यंत्रमिश्रित कॉंक्रीटचे प्रमाण–नियंत्रण

पदसंज्ञा – २७

१. **मापे** – वजन करून सिमेंट आणि मिलाव्याच्या नक्की राशी निश्चित करण्यात येतात. पाण्याचे अंशांकित भांड्यात मापन करावे अगर वजन करावे.

२. **नोंद** – प्रस्तावित मिश्रणाकरिता वाट्याची वजने दाखविणारे माहितीपत्रक वजन करणाऱ्याला पुरवावे. मिलाव्याची वजने, किमान आकारापासून सुरवात करून वापरात आलेल्या कमाल आकारापर्यंत एकामागून एक वाढत जाणाऱ्या आकारामानें संचयितपणे नोंदवावीत.



आ. १९७

४ घ. यार्ड मिश्रकाच्यावरील मिश्रणकालावधींच्या चांचण्यांचे निष्कर्ष. कॉंक्रीटचा पुरेसा मिश्रणकालावधी, विशिष्ट गुरुत्व आणि एकक वजन तसेच जल–सिमेंट, जल–सूक्ष्म कण आणि वाळू–सिमेंट यांच्या गुणोत्तरांनी सूचित होतो. 288 – D – 1117

३. **क्रियापद्धति** (अ) $\frac{१}{४}$ पौंड अचूकतेइतके मिलाव्याचे सूचक-तबकडी ताजव्यावर वजन करण्यांत येते. $\frac{१}{५}$ वाटा अगर पूर्णवाटा मावेल अशा भांड्यात अगर मिलावा-बारडीत मापन मंचावर ठेविण्यात येतो. काटा बरोबर शून्यापाशी येण्यास जितके वजन लागते त्या वजनाइतके तोलन दांडीवर आमंड लावण्यात येते.

(आ) मिलाव्याचा पुढचा अंशभाग घालण्यापूर्वी सर्व वजने तपासून घ्यावीत.

(इ) एक शंभरांशाइतक्या अचूकतेच्या ताजव्यावर सिमेंटचे काळजीपूर्वक वजन करण्यात येते आणि वजन व मिश्रणक्रमांकाची नोंद ओळख पट्ट्याकरिता भांड्यात ठेवण्यात येते.

(ई) वजन करताना मिलावा कक्षशुष्क असावा आणि मिश्रण करण्यापूर्वी तो कक्षतपमानाप्रत (६५° ते ७५° F) आणावा.

(उ) मिश्रणप्रमाणे संपृक्त पृष्ठशुष्क मिलाव्यावर आधारलेली असल्याने वाट्यात वापरलेल्या मिलाव्याचे वजन मिश्रण होत असताना मिलाव्यात जे पाणी अवशोषित होते त्याच्या वजनाइतके कमी केले पाहिजे. कक्षशुष्क मिलावा पाण्यात ३० मिनिटे बुडविल्यावर त्यात पाण्याचे जितके अवशोषण झाले ती अवशोषणाची राशी असे सामान्यपणे मानले जाते.

प्रयोगशाळेतील कॉंक्रीटचे मिश्रण

पदसंज्ञा २८

१. **यांत्रिकी मिश्रण** – (अ) मिश्रकात चाचणी वाटा टाकण्यापूर्वी चाचणी वाट्याइतके स्थूलमानाने संयोजन असलेल्या अंशीय वाट्याचे (नेहमीच्या आकाराच्या सुमारे अर्धा) मिश्रण करून मिश्रक पाणवावा. पाणवणारा वाटा बाहेर काढून टाकून देण्यात येतो व त्यावेळी मिश्रकाच्या ढोलाच्या आतल्या बाजूवर चुन्याचे सामान्य आवरण रहाते.

(आ) जेव्हा मिश्रकावर भारण ढोल बसविलेला असतो तेव्हा मिलाव्याचा प्रकार प्रथम भारण ढोलात टाकण्यात येतो आणि मिलाव्याच्यावर सिमेंट टाकण्यात येते. मिश्रक फिरत असताना अंदाजित पाण्याच्या सुमारे $\frac{१}{४}$ पाणी मिश्रकात टाकले जाते आणि नंतर मिलावा आणि सिमेंटचा एकूण प्रभार त्यात सोडण्यात येतो. सर्व मिलावा मिश्रकात जाताच मिश्रण काल मोजण्यास सुरवात करावी. उरलेले पाणी सावकाशपणे सुमारे अर्ध्या मिनिटात सर्व घातले जाईल अशा वेगाने (मिश्रकात) घालण्यात येते. काही उदाहरणात मिश्रणक्रिया चालू असताना इच्छित संघनता येण्यासाठी थोडेसे पाणी आणखी घालण्याची जरूरी असते.

(इ) मिश्रकावर जेव्हा भारण ढोल बसविलेला नसतो तेव्हा मिश्रकात मिलावा टाकण्यात येतो आणि मिलाव्याच्यावर सिमेंट सोडण्यात येते. लागणाऱ्या पाण्यापैकी अंदाजे $\frac{१}{४}$ पाणी घालण्यात येते आणि मिश्रक चालू केला जातो. नंतर लगेच उरलेले पाणी त्यात

घालण्यात येते. काही उदाहरणात हवी असलेली संघनता मिळण्याकरिता मिश्रण चालू असताना आणखी अल्पसे पाणी घालण्यात येते.

(ई) तीन मिनिटापेक्षा मिश्रण कालावधी कमी असू नये.

(उ) वियोजनाचा निरास व्हावा म्हणून कॉंक्रीट फावड्याने फिरविता येईल अशा मापाच्या आणि आकारमानाच्या जलरुद्ध आणि अनावशोषी मांड्यात कॉंक्रीट ओतण्यात येते.

(ऊ) मिश्रकातून कॉंक्रीट काढून घेतल्यानंतर लगेच चाचणी करावी.

२. **हातमिश्रण**— चाचणी नमुने बनविल्यानंतर कॉंक्रीटची थोडीच राशि उरेल अशा आकाराच्या वाट्यात हातमिश्रित कॉंक्रीटचे मिश्रण केले जाते. धातूच्या एका उथळ वाटीत वाट्याचे मिश्रण वीट-गवंड्याच्या १० इंची थापीने करणे अधिमान्य असते. ह्या थापीचा शेवटचा सुमारे २½ इंच भाग कापून बोथट केलेला असतो. खालीलप्रमाणे मिश्रण करावे.

(अ) सिमेंट आणि मिलाव्याचे संपूर्णपणे सुके मिश्रण करावे.

(आ) हवी असलेली संघनता कॉंक्रीटमध्ये निर्माण होईल इतके पाणी घालावे.

(ई) परिणामी कॉंक्रीट दिसण्यात समरूप होईल इतके पूर्णपणे त्याचे मिश्रण करावे.

बिडाच्या साच्यात नळकांडे ओतणे.

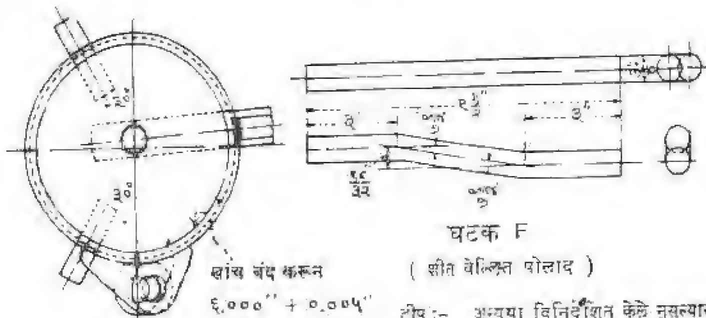
पदसंज्ञा – २९

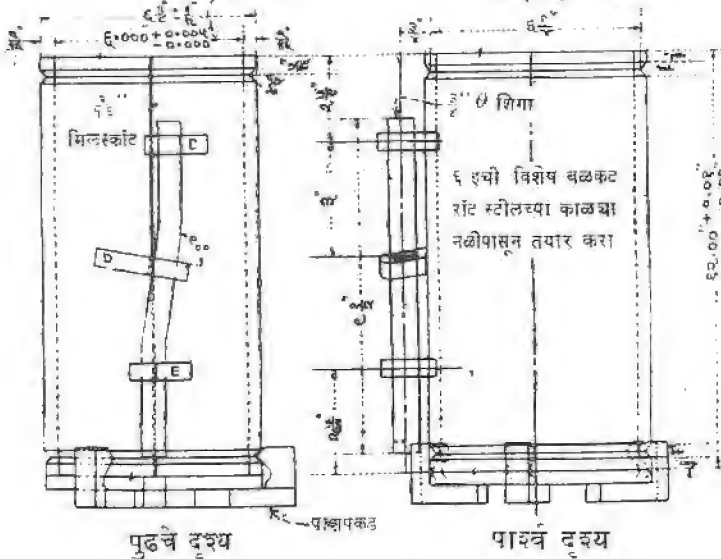
१. **साचा** – ब्यूरोमध्ये सर्वसामान्यपणे उपयोगात आणला जात असलेल्या ६ × १२ इंची बिडाच्या साच्यांचा तपशील आ. १९८ मध्ये दाखविला आहे. यंत्र स्क्रू आणि चिमट्यांनी साचाला घट्ट बसविलेल्या यंत्राने सफाई केलेल्या आधारपट्टांची सर्व साच्यांवर तरतूद करावी. घट्ट असणारे साचे मिळविण्याकरिता विशेष काळजी घ्यावी म्हणजे ओतकाम चालू असताना मिश्रणाचे पाणी बाहेर येणार नाही. वापरण्यापूर्वी साचाच्या आतल्या बाजूवर मऊ (क्र.२) ग्रॅफाइट ग्रीज लावावे.

२. **स्पंदनाचा उपयोग करून नमुने ओतणे** – ६ × १२ इंची आणि ८ × १६ इंची नळकांड्यांच्याकरिता २ थरात ताजे कॉंक्रीट टाकण्यात येते. प्रत्येक थर साचाच्या आकारमानाच्या सुमारे अर्धा असतो. १ इंच व्यासाचा अंदाजी स्पंदनी घटक असलेला व निमज्जित झाला असताना दर मिनिटास १०००० वारंवारता असलेला एक निमज्जन प्रकाराचा स्पंदनक वापरून स्पंदन करून प्रत्येक थराचे दृढीकरण करण्यात येते. तळातला थर दृढीकृत करताना स्पंदनक साचाच्या तळावर टेकू देऊ नये. वरच्या थराचे स्पंदन करताना तळातल्या थरात स्पंदनी घटकाचा सुमारे १ इंच आतपर्यंत शिरकाव व्हावा.

कॉंक्रीटचा अवपात आणि स्पंदनकाचा परिणामकारकपणा यांच्यावर स्पंदनकालावधी अवलंबून असतो. (३ अगर ४ सेकंद कालावधीपर्यंत तीनदा तो आत घालणे सामान्यतः पुरे होते.) जेव्हा कॉंक्रीटचा वरचा पृष्ठभाग ओलसर चकचकीत दिसू लागतो तेव्हा स्पंदन पुरे झाले आहे असे मानण्यास हरकत नाही. त्यावेळी स्पंदनक सावकाशपणे बाहेर काढावा. एकेक पळीभर कॉंक्रीट घालताना कॉंक्रीट बाजूवरून घसरत असते. त्यावेळी

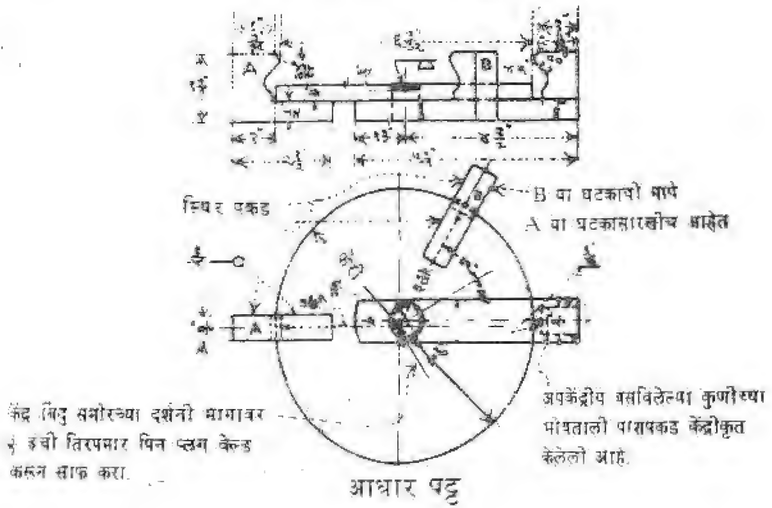
साच्याच्या वरच्या कडेवर पळी फिरवावी. त्यामुळे कॉंक्रीटचे सारख्या प्रमाणात वाटप झाल्याची खात्री मिळते. साचा इतका भरू नये की स्पंदनक आत घालताच चुना माथ्यावरुन ओसंडून जाईल. दुसऱ्या थराचे स्पंदन केल्यावर पुरेसे कॉंक्रीट आणखी घालावे व साच्याच्या माथ्याच्यावर $\frac{1}{8}$ इंच त्याची पातळी राहील अशा तऱ्हेने खालच्या कॉंक्रीटमध्ये थापीने ते आत दाबून टाकावे, नंतर नमुना मुरवणाच्या खोलीत नेण्यात येतो. माथ्याशी सपाट करण्यात येतो आणि थापीने गुळगुळीत करण्यात येतो.

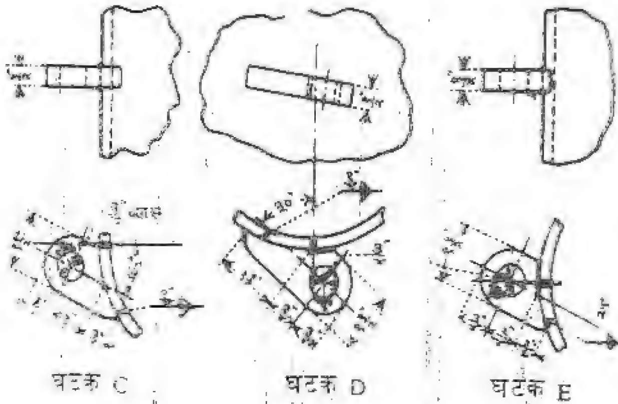




आ. १९८

चांचणी करण्याच्या नळकांड्याचा साचा (तक्ता क्र. २ मधील १) 288-D-2663





आ. १९८
चाचणी करण्याचा नळकांड्याचा साचा (तक्ता २ मधील २) 288 – D – 2663.

३. हाताने संपीडन करून नमुने ओतणे – जर हाताने दंडन करून ६ × १२ इंच आणि ८ × १६ इंची नळकांडी संपीडित करावयाची असतील तर साचा ३ थरात भरण्यात येतो. प्रत्येक थर साचाच्या आकारमानाच्या अंदाजे एक तृतियांश असतो. $\frac{5}{8}$ इंच व्यासाच्या

दंडाने प्रत्येक थरात २५ ठोके मारून त्याचे दंडन करण्यात येते. हा दंड २४ इंच लांब असतो आणि त्याच्या खालचे टोक गोळीसारखे अणकुचीदार असते. साचाच्या अनुप्रस्थ छेदावर ठोके एकसारख्या प्रमाणात वितरित होतील असे मारण्यात येतात आणि खालच्या थरात त्याचा किंचितसा शिरकाव व्हावा. खालचा थर त्याच्या संपूर्ण खोलीत दंडित करावा, वरच्या थराचे दंडन झाल्यावर मुरवण–खोलीकडे नमुना नेण्यात येतो आणि अतिरिक्त काँक्रीट थापीने काढून टाकण्यात येते,

४. **नमुने गुदामात ठेवणे आणि हाताळणे** – (अ) ओतल्यानंतर १८ ते २४ तासांनी नमुने साच्यातून काढून घ्यावेत, त्यांचे वजन करावे आणि मुरवण–खोलीत परत नेऊन ठेवावेत.

(आ) काँक्रीट टाकण्याच्या जागेवरील क्षेत्रीय नमुने शक्यतो ७३.४° F तपमानात ठेवावेत आणि उन्हापासून आणि आर्द्रता हानीपासून त्यांचे संरक्षण करावे.

डबड्यात नळकांडे ओतणे.

पदसंज्ञा–३०

१. **साचा** – डबडे ६ इंच ± १/१६ इंच व्यासाचे व १२ इंच ± १/८ इंच उंचीचे असावे व त्यावर ५½ इंची एकच घर्षण झाकणी असावी. यापेक्षा किंचित लहान झाकण्या आणि द्वारे चालू शकतात पण थापी-काम सुलभ होईल इतके पुरेसे त्याचे क्षेत्र असावे. झाकण्या घट्ट बसणाऱ्या असाव्यात. डबडी गोलाकार असावीत आणि त्यांचा आकार खराब झालेला नसावा. त्याना मुठी बसविलेल्या असण्याची जरुरी नाही. डबड्याच्या तळाशी आतल्या बाजूवर पोचे आलेले नसावेत अगर त्याचे स्वरूप अन्य प्रकाराचे झालेले नसावे. (आ. १९९ पहा.)



आ. १९९

डबड्याच्या तळाच्या बांधणीचा तपशील 288 – D – 2660

सर्व शिवणी दुहेरी असाव्यात आणि डबड्याच्या आतल्या बाजूवर सपाट असाव्यात. असे जरी असले तरी त्या आतल्या बाजूच्या किंचितशा वर आल्या तरी चालू शकते.

डबडी जलरुद्ध असावीत आणि सोयीस्कर पातळ, प्रतिक्रियाहीन लेपाचे आवरण देऊन अगर डाख घालून ती जलरुद्ध करावी. डबड्याकरिता अनुज्ञेय असणाऱ्या द्रव्याचा किमान दर्जा–आधार वजन १०७ पौंड, विद्युत् विश्लेषकी ०.५० पौंडी जस्ती पत्र्याचा असावा.

२. **क्रियापद्धति** – (अ) डबड्यात काँक्रीट घालण्यापूर्वी ताजा नमुना पूर्णपणे मिसळावा.

(आ) नमुना ओतण्यापूर्वी, स्पंदनरहित अशा गुळगुळीत समतल पृष्ठभागावर डबडे ठेवावे. रचना झाल्यावर जर नळकांडे लगेच दुसरीकडे न्यावयाचे असेल तर ते हाताने न्यावे आणि नेताना उभे धरावे. नंतर तो नमुना समतल पृष्ठभागावर किमान ६ तास आणि अधिमानतः २४ तासापर्यंत पक्व होऊ द्यावा आणि त्या कालात आत्यंतिक तपमानापासून त्याचे संरक्षण करावे.

(इ) तीन थरात डबडे भरण्यात येते व प्रत्येक थर त्याच्या आकारमानाच्या अंदाजी एक तृतियांश असतो. $\frac{5}{8}$ इंच व्यासाच्या दंडाने प्रत्येक थर हाताने २५ ठोके मारून संदाबित करण्यात येतो. ह्या दंडाची लांबी २४ इंच असते आणि त्याचे खालचे टोक गोळीसारखे अणकुचिदार केलेले असते. डबड्याच्या अनुप्रस्थ छेदावर सर्व ठिकाणी ठोके सारख्या प्रमाणात बसतील असे वितरित केले जातात आणि खालच्या थरात त्यांचा शिरकाव झाला पाहिजे. खालच्या थराचे पूर्ण खोलीपर्यंत दंडन करण्यात येते आणि त्यावेळी डबड्याच्या तळाला पोचा येईल अगर त्याची खराबी होईल इतक्या जोराने ठोके मारले जाणार नाहीत याची काळजी घेण्यात येते. भरण्याच्या वेळी काँक्रीट दृढीभूत होईपर्यंत एका ५$\frac{3}{4}$ इंच व्यासाच्या लाकडी अगर धातुच्या चकतीवर प्रत्येक डबडे सममित राहील असे ठेवले तर नळकांड्याचे बहिर्गोल शेवट आणि तळ यांची दंडनाने खराबी होण्याचे टाळता येते. वरच्या थराचे दंडन झाल्यावर डबड्याच्या माथ्याच्या खाली $\frac{1}{2}$ इंचापेक्षा कमी खोल नाही आणि $\frac{3}{4}$ इंचापेक्षा जास्त खोल नाही इतका पृष्ठभाग साफ करावा. ह्या कामाकरिता गोल टोक असलेली लहान थापी वापरावी. नळकांड्याच्या अक्षाच्या काटकोनात असतील असे नळकांड्याचे शेवट गुळगुळीत होण्यासाठी विशेष काळजी घ्यावी.

(ई) भरल्यानंतर लगेच घर्षण–झाकणी जागेवर दाबून बसवावी. त्यावेळी डबड्याची कड वाकणार नाही आणि झाकणी काँक्रीटच्या पृष्ठभागाला टेकणार नाही ह्याची खात्री रहावी म्हणून काळजी घ्यावी.

(उ) अंदाजे ७३.४°F तपमानात काँक्रीट राहील अशा जागी नमुने ठेवावेत. चाचणी करण्यापूर्वी दोन्ही टोकावर पदसंज्ञा ३२ मध्ये वर्णन केल्याप्रमाणे टोप्या घालाव्यात.

क्षेत्रीय प्रयोगशाळेतील चाचणी नळकांड्यांची मुरवण पॅकबंदी आणि पाठवणी.

पदसंज्ञा–३१

१. **साचे काढून घेणे** – डबड्यात ओतलेल्या काँक्रीटच्या चांचणी नमुन्याखेरीज बाकीचे सर्व चांचणी नमुने, ओतल्यानंतर १८ तासापेक्षा लवकर अगर ४८ तासापेक्षा उशिरा, साच्यातून काढून घेऊ नयेत. नंतर त्यांच्यावर खुणा कराव्यात, त्यांचे वजन करावे आणि दमट वाळूत अगर धुकेरी खोलीत ठेवून द्यावेत.

२. **जलमुरवण** – अधिमानतः ७३·४° ± ३°F तपमानाच्या पाण्यात नमुने संपूर्ण-पणे बुडवावेत (पहा अ. ६१ प्रकरण ४थे). जर अशा तऱ्हेचे तपमानाचे नियंत्रण अव्यवहार्य असेल तर प्रत्यक्ष असणाऱ्या सरासरी तपमान परिस्थितींच्या माहितीचा रिपोर्ट करावा. ३० दिवसापेक्षा जास्त नाही इतक्या कालांतराने पाणी पूर्णपणे बदलावे.

३. **दमट वालुका-मुरवण** – वाळूत नमुने पूर्णपणे पुरून ठेवावेत. वाळूत जेव्हा नमुने ठेवण्यात येतात तेव्हा ती (वाळू) संपूर्णपणे संपृक्त करावी, आणि संपृक्त स्थिती राखण्या-करिता दररोज तीत पुरेसे पाणी घालावे. परिच्छेद २ मध्ये तपमान नियंत्रणाच्या गरजा दिल्या आहेत.

४. **धुकेरी खोलीतील मुरवण** – ७३·४° ± ३° F तपमान आणि १०० टक्के सापेक्ष आर्द्रता राखलेले आहे अशा धुकेरी खोलीत (पहा वि. ६१ प्रकरण ४थे) नमुने ठेवावेत. ओतून झाल्यावर लागलीच नमुने धुकेरी खोलीत ठेवावेत आणि त्यांची चांचणी होईपर्यंत फक्त साच्या काढण्याकरिता आणि टोप्या बसविण्याकरिता जो थोडासा कालावधी लागेल तो खेरीजकरून नमुने तेथेच राहू द्यावेत.

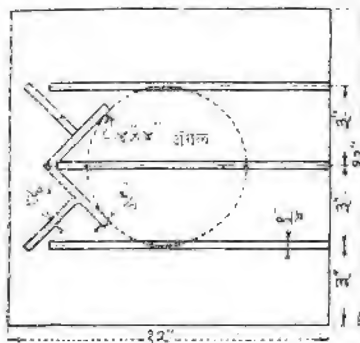
५ **डबड्यात ओतलेल्या नळकांड्यांचे तपमान नियंत्रण** – जेव्हा सुमारे ७३·४°F तपमान रहात असलेली खोली उपलब्ध होत नाही तेव्हा डबड्यात ओतलेल्या नळकांड्यांचे इच्छित साठवण– तपमान प्राप्त करण्याकरिता अनेक सोप्या अभ्युपायांचा उपयोग करावा. थंड हवेत उष्मनियंत्रकात वापरण्यात येणाऱ्या प्रकाराच्या एका साध्या तापस्थायीने नियंत्रित केलेल्या विजेच्या दिव्याने विसंवाहित पेटी गरम करावी. गरम हवेत संवातन करून अगर (पाणी) शिंपडून ज्यातील तपमान नियंत्रित करता येईल अशा खोलीत डबडी ठेवावीत. दमट वाळूत अगर ओल्या गोणपाटाखाली सावली असलेल्या जागी डबडी ठेवूनसुद्धा मुरव-णाचे तपमान जवळजवळ स्थिर ठेवण्याची तरतुद होऊ शकते.

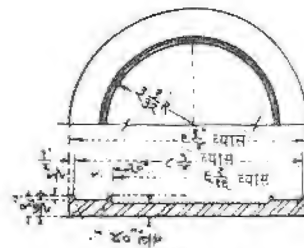
६. **पॅकबंदी आणि पाठवणी** – नजीकच्या प्रकल्पावर अगर डेन्व्हरला चांचणी नळकांडी परीक्षणाकरिता जेथे पाठवणे आवश्यक असते तेथे आर्द्रता हानि आणि वाहतुकीत खराबी होऊ नये म्हणून नमुने आर्द्रतारोधी कागदात गुंडाळावेत आणि दमट भुशात पेटीत भरावेत.

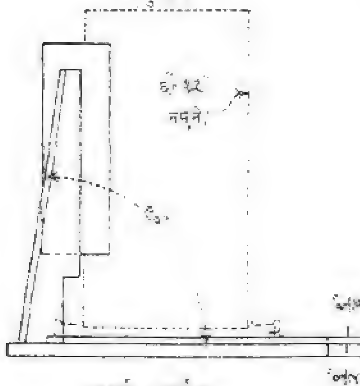
काँक्रीटच्या नळकांड्यावर टोपी घालणे

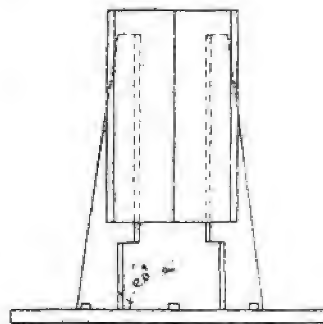
पदसंज्ञा–३२

१. **सामान्य चर्चा** – ज्यांची सफाई केलेली नाही अगर यंत्राने साफ केलेल्या पट्टावर जे ओतण्यात आलेले नाहीत अशा ८ इंच अगर त्यापेक्षा कमी व्यासाच्या सर्व नळकांड्याच्या शेवटावर, वितळलेले सल्फर आणि बारीक दळून चाळलेल्या द्रव्याच्या मिश्रणाच्या टोप्या घालाव्यात. कुटलेली अग्निसह मृत्तिका सल्फर बरोबर टोपी घालण्याकरिता वापरण्याचे सर्वात उत्कृष्ट द्रव्य असल्याचे आढळून आले आहे. मुद्दाम बनविलेल्या व्यापारी टोपद्रव्यात जर चाचणीच्या वेळेच्या नमुन्याच्या प्रत्याशित









आ. २००

नळकांड्याच्या टोपीचा साचा आणि मर्ग रेखनाचे उपकरण 288 – D – 1554

शक्तीइतकी अगर त्यापेक्षा जास्त संपीडक शक्ति विकसित होत असेल तरच ती उपयुक्त होतात.

२. **टोपी घालणे** – (अ) टोपी घालण्यापूर्वी, सर्व सुटी द्रव्ये तारेच्या ब्रशाने नळकांड्याच्या शेवटावरून काढून टाकावी; शेवटावर साय अगर ओल नसावी. डबड्यात मुरवण केलेले आणि ज्यांचे गुळगुळीत आणि झिलईदार शेवट आहेत असे सर्व नमुने धारदार हत्याराने अगर वालुक्षेपाने खरबरीत करावेत.

(आ) जर वजनाने ३ भाग सल्फर आणि १ भाग बारिक दळलेली अग्निसह मृत्तिका यांच्या मिश्रणाचे टोपद्रव्य असेल तर ते मिश्रण दाट आणि श्यान होईपर्यंत ३५०° आणि ४००°F तपमानाच्या दरम्यान गरम करावे. वापरलेल्या मिश्रणाच्या निरीक्षणाने आणि अनुभवाने टोपीच्या मिश्रणाचे योग्य तपमान ठरविण्यात येते. जर व्यापारी बनावटीचे द्रव्य वापरावयाचे असेल तर तपमानासंबंधी निर्मात्याच्या शिफारसींचे अनुसरण करावे. मिश्रण प्रमाणाबाहेर तापविणे अगर पुनः पुनः तापविणे टाळावे कारण ह्या प्रथेने टोपी पाहिजे तशी विसूळ होण्याऐवजी रबराप्रमाणे (लवचिक) बनवण्याकडे प्रवृत्ति निर्माण होते. किंचित ग्रीज लावलेल्या टोपीच्या साच्यात टोपी तयार करण्यास पाहिजे तितकेच द्रव्य ओतण्यात येते (आ. २०० पहा) आणि वितळलेल्या द्रव्यात नमुना घट्टपणे दाबण्यात येतो. त्यावेळी लोखंडी कोनाच्या आधारपट्टीशी नळकांडे ओळंब्यांत ठेवण्याकरिता धरुन ठेवण्याची काळजी घेण्यात येते. मिश्रण घट्ट होण्यास सुरवात होण्यापूर्वीच ही क्रिया जलदीने करावी म्हणजे मिश्रण नमुन्याला चिकटून राहील. टोप्या शक्य तितक्या पातळ असाव्यात आणि जेव्हा नमुन्याची चाचणी[२०] केली जाते तेव्हा त्या पसरट होऊ नयेत अगर फाटू नयेत.

टोपी वर्तीण झाल्यावर, तवता साच्याच्या कडेवर ठोके मारून सुटा करावा. ०.२५ इंचापेक्षा जास्त खोल अशी छिद्रे जर नळकांड्याच्या शेवटात असली तर त्यात टोपी करण्याचे द्रव्य घालून अंशतः भरावी आणि पूर्ण टोपी तयार होण्यापूर्वी ते कठीण होऊ द्यावे. जेव्हा नळकांड्याचे शेवट अनुदैर्घ्य अक्षासमोर असतात तेव्हा यांत्रिक सफाई केलेल्या पोलादी पत्र्यावर टोपीकाम करता येते. ८ इंचात ०.००२ इंचा इतकीच गुंजाइश असेल असा तो पत्रा सपाट असला पाहिजे. चाचणी यंत्राच्या खालच्या आधार ठोकळ्याच्या संपर्कात असलेल्या टोपी घातलेल्या नमुन्याच्या आधार पृष्ठभागाचे काटकोनापासून ०.५° पेक्षा जास्त (१२ इंचात अंदाजी $\frac{1}{8}$ इंच) विचलन होता उपयोगी नाही आणि अक्षाशी काटकोनापासून दोन्ही आधारपृष्ठाचे संयुक्त विचलन ३° पेक्षा जास्त असू नये.

(इ) नळकांड्याची चाचणी करण्यापूर्वी टोपीवर पट्टी चाकूच्या मुठीने अगर अन्य उपयुक्त हत्याराने हलकेच थापटून वातकप्पे आहेत काय याविषयी चाचणी करावी. टोपीवर जागजागी खोल आवाज आला तर टोपी काढून टाकावी आणि चांगली भरीव

---

२०. ए. एस. टी. एम पदसंज्ञा C ३१ वर आधारित.

टोपी तेथे बसवावी. जर टोपी घालण्याचा पृष्ठभाग कोरडा आणि स्वच्छ असला, मिश्रणाचे योग्य तपमान ठेवले आणि नळकांडे टोपीच्या पत्र्यावर वितळलेल्या मिश्रणात लगेच ठेवले तर भरीव टोप्या सहज प्राप्त करता येतात.

(ई) $\frac{३}{१६}$ इंचापेक्षा जास्त जाडीच्या सल्फरच्या मिश्रणाच्या टोप्या २० टक्क्याइतक्या शक्तीक्षीणतेस विशेषतः उच्च शक्तीचे कॉंक्रीटची चांचणी करताना कारणीभूत होतात असे पुराव्यावरून दिसून आले आहे.

जेव्हा (१) नळकांड्याचे शेवट ०.२० इंचापेक्षा जास्त बहिर्गोल असतात;

(२) मिलावा अगर अन्य फुगवटे शेवटातून ०.२० इंचापेक्षा जास्त बाहेर येतात;

(३) बऱ्याचशा शेवटाच्या क्षेत्रावर ०.२५ इंच जाडीपेक्षा जास्त जाड असणाऱ्या टोप्यात ह्या अगर अन्य विषमता निर्माण होतात; अगर

(४) नमुन्याच्या ६ इंच व्यासात अक्षाशी शेवट ०.३ इंचापेक्षा जास्त मात्रेने काटकोनात असत नाहीत, तेव्हा सल्फरच्या मिश्रणाच्या टोप्या वापरू नयेत.

वरीलपैकी कोणतेही दोष असलेली नळकांडी टाकून द्यावीत अगर त्यांच्यावर निव्वळ सिमेंटच्या गंधाची टोपी घालावी. टोपी घालण्यापूर्वी नळकांड्याचे शेवट पूर्वार्द्रित करावेत, तारेच्या ब्रशाने घासावेत आणि स्वच्छ करावेत. सुनम्य, पूर्वसंकुचित सिमेंटचे गंध लावावे आणि अक्षाशी अभिलंब आणि व्यवहार्य अशी किमान जाडी राहण्याकरिता चरबीचे तेल आणि पॅरॅफिनच्या ५०–५० मिश्रणाचे ग्रीज सपाट काचेच्या तुकड्यावर लावून त्याने वास्तविक प्रतलात शेवटची रचना करावी. नळकांड्याबरोबर किमान अनेक दिवसपर्यंत टोप्यांचे आर्द्रमुरवण करावे. जर शीघ्रतेने कठीण होणारी टोपी हवी असेल तर सिमेंटच्या गंधात कॅल्शियम क्लोराइड, सोडाॲश अगर प्लॅस्टर ऑफ पॅरीस घालून त्याचे जरूर तितके त्वरण करता येते. त्वरक सौम्य प्रमाणात वापरून किमान २४ तासापर्यंत टोप्या कठीण होऊ देणे जास्त पसंत असते.

संपीडक शक्ती

पदसंज्ञा–३३

१. **सामान्य चर्चा** – (अ) मुरवणाच्या खोलीतून मानक मुरवण झालेल्या कॉंक्रीटच्या चांचणी नमुन्याची शक्य तितक्या लवकर संपीडन शक्तीकरिता चांचणी करावी. जेव्हा नळकांड्याच्या आकाराची बिनचूक माहिती नसते तेव्हा त्याचे काळजीपूर्वक मापन करावे. जेव्हा कॉंक्रीटमधील सिमेंटच्या अंशाची तपासणी करावयाची इच्छा असते तेव्हा नळ–कांड्याचे वजन करावे. जर नमुन्यावर सल्फर टोप्या घालावयाच्या असतील तर त्यांचे प्रथम वजन आणि मापन करावे, नंतर त्यावर टोप्या घालाव्यात आणि चांचणी होईपर्यंत ती मुरवण खोलीत नेऊन ठेवावी अगर ओल्या पोत्यात गुंडाळून ठेवून कोरडी होऊ देऊ नयेत. जर प्रत्यास्थितता चांचण्या करावयाच्या असतील तर प्रत्यास्थितता चांचण्या केल्या-नंतर लगेच शक्तीच्या चांचण्या कराव्यात अगर जर उशीर होणार असेल तर नमुने मुर–

वणाच्या खोलीकडे पाठविण्यात यावेत. मोहोरबंद नमुने मुरवणाच्या खोलीत साठविण्याची जरुरी लागत नाही. जेव्हा नमुने काढून घेण्यात आणि त्यांच्या चांचण्या घेण्यास ६ तासापेक्षा जास्त कालावधी लागतो तेव्हा मात्र ही आवश्यकता असते.

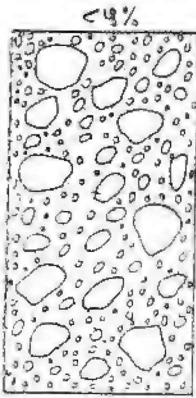
(आ) चांचणी करण्यापूर्वी नमुन्यांच्या शेवटावरील सर्व बाह्य पदार्थ काढून टाकावेत.

२. **क्रियापद्धती** – नमुन्यावर भार स्थानांतरित करण्याकरिता एक गोलाकार आधार-ठोकळा वापरावा. आधार-ठोकळ्याचा व्यास चांचणी नमुन्याच्या इतका अगर किंचित मोठा असावा. आधार ठोकळ्याला वंगण लावले आहे का आणि तो योग्यप्रकारे काम देत आहे का हे पाहण्यासाठी रोजच्या चांचणीच्या सुरवातीला तो तपासून घ्यावा. आधार-ठोकळ्याच्या संबंधात चांचणी नमुना काळजीपूर्वक संकेंद्रित करावा.

दर मिनिटाला दर चौरस इंचास २००० पौंड या प्रमाणात धक्का बसू न देता एकसारखा (नमुन्यावर) भार लागू करावा. भंग होण्यापूर्वी लागलीच नमुन्याचे भंजन जलद-

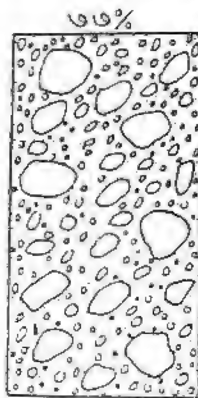
तुलनात्मक संपीडक शक्ती

८५%



१८ × ३६ इंची नळकांडे
पूर्ण मिश्रण
६ इंची कमाल मिलावा
मानक मुरवण केले

७७%



१८ × ३६ इंची नळकांडे
पूर्ण मिश्रण
६ इंची कमाल मिलावा
मानक मुरवण केले

१००%



६ × १२ इंची नळकांडे
१½ इंचापर्यंत आर्द्र चाळण
मानक मुरवण केले

२८ दिवसाच्या शक्तीच्या चांचण्यांच्या निष्कर्षांवरून संगणित केलेल्या टक्केवाऱ्या

आ. २०१

संपूर्ण मिश्रित भारी कॉंक्रीट आणि आर्द्र गाळीव कॉंक्रीटच्या शक्तीच्यामधील संबंध.

288 – D – 116

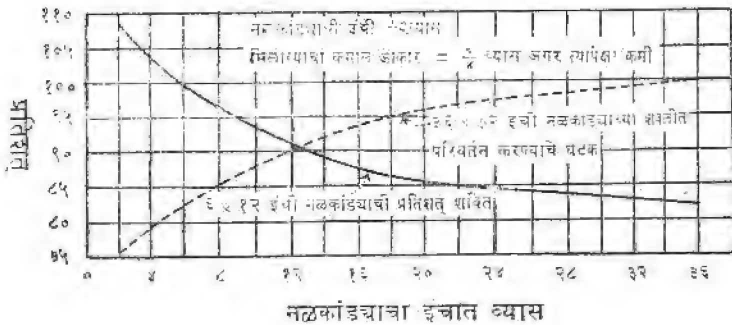
गतीने होत असताना चांचणी यंत्राच्या नियंत्रकात कोणतेही समायोजन न करणे महत्वाचे असते.

३. **चांचणीची नोंद** – चांचणी नमुना भंग पावतो त्यावेळी चांचणी यंत्राने दाखविलेल्या एकूण माराची तात्काळ नोंद करावी. भ्रंशाचा भंजन प्रकार आणि कोणातील अपवादात्मक विचरणांची नोंद करावी.

४. **चांचणी निष्कर्षांवर परिणाम करणाऱ्या बाबी** – (अ) आर्द्र-चाळण आणि मुरवणाच्या प्रकाराचा परिणाम –

संपीडन शक्तीकरिता वापरण्यात येणारी नळकांडी सामान्यतः ६ इंच व्यासाची आणि १२ इंच लांबीची असतात. संरचनेतील भारी कॉंक्रीटची शक्ती, योग्य ते कारक लावून ६ × १२ इंची नळकांड्यांच्या शक्तीवरून अंदाजित करावी. मोठा मिलावा असलेले आणि मोठ्या नळकांड्यात चांचणी केलेले भारी कॉंक्रीट व कमाल १½ इंच आर्द्र-चाळण केलेल्या मिलाव्यापासून बनविलेले आणि लहान नळकांड्यात चांचणी केलेले तेच कॉंक्रीट यांच्यामधील शक्तीविषयक परस्परांचे मूल्यमापन आ. २०१ मध्ये केले आहे. मुरवण केलेले भारी कॉंक्रीट आणि मानक धुकेरी मुरवण केलेले भारी कॉंक्रीट यांच्यामधील परस्पर संबंधही दिला आहे. आर्द्र चाळण केलेल्या भारी कॉंक्रीटच्या क्षेत्रीय चांचण्यावरून प्राप्त केलेल्या निष्कर्षाचे निर्वचन करताना ह्या कारकांचा उपयोग होतो.

(आ) नळकांड्याच्या आकाराचा परिणाम – २ × ४ इंचापासून ३६ × ७२ इंचापर्यंतच्या निरनिराळ्या आकाराच्या नळकांड्यात जेव्हा त्याच कॉंक्रीटची चांचणी करण्यात येते तेव्हा अपेक्षित सापेक्ष शक्तीची आ. २०२ मध्ये दाखविलेल्या चांचण्यावरील चाचणी

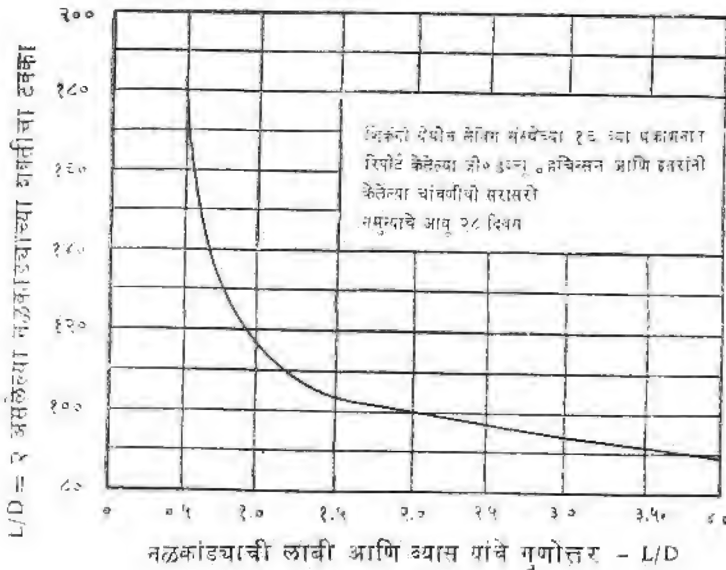


आ. २०२

कॉंक्रीटच्या संपीडक शक्तीवरील नळकांड्याच्या आकाराचा परिणाम 288 – D – 869

माहिती हा एक वैशिष्ठ्यपूर्ण नमुना आहे. मात्र ह्या चांचण्यात ३/२ इंच आणि ३/४ इंच कमाल मिलावा असलेल्या कॉंक्रीटच्या अनुक्रमे १८ इंच आणि २४ इंच व्यासापेक्षा मोठ्या व्यासाच्या (नळकांड्यात) चांचण्या केल्या नव्हत्या आणि १½ इंच कमाल मिलाव्याच्या कॉंक्रीटच्या ६ इंचापेक्षा कमी व्यासाच्या नळकांड्यात चांचण्या केल्या नव्हत्या. दाखविलेली मूल्यें २८ दिवस आणि ९० दिवसांच्या चांचण्यांच्या सरासरीवर आधारित केली आहेत. ही एक औत्सुक्याची गोष्ट आहे की जसजसा चांचणी नमुन्याचा व्यास १८ इंचापलीकडे वाढत जातो तसतसे शक्तीत बऱ्याच कमी प्रमाणात घट होत असल्याचे दिसून येते.

(इ) नळकांड्याच्या उंचीचा परिणाम – मानक चांचणी नळकांड्याचा व्यास त्याच्या उंचीच्या निम्मा असतो. तथापि केव्हा केव्हा असे प्रसंग येतात की उपलब्ध असलेले नमुने तुल्य मापाचे नसतात. अशा उदाहरणात मानक नमुन्यांपासुन प्राप्त केलेल्या शक्तीशी ह्या नमुन्यांच्या शक्ती समतुल्य होण्याकरिता त्यांच्या दिग्दर्शित शक्तीत सुधारणा करण्याकरिता आ. २०३ मधील वक्राचा उपयोग करावा. १.५ व त्यापेक्षा जास्त गुणोत्तरांच्याकरिता वक्र अगदी सरळ असल्याने नमुन्यांच्या उंचीतील अल्पशा फरकामुळे शक्तीवर फारसा परिणाम होत नाही.



आ. २०३

नमुन्याची लांबी आणि व्यासाचा त्याच्या संपीडक शक्तीशी संबंध 288–D–817

जॅक्सन गढूळपणामापीने [२१] गढूळपणा मोजणे

पदसंज्ञा ३४

१. उपकरणे – जॅक्सन मेणबत्ती–गढूळपणामापी हे गढूळपणा मापण्याचे एक मानक साधन आहे. त्यात एक अंशांकनित काचेची नळी, मानक मेणबत्ती आणि मेणबत्ती व नळीकरिता एक आधार असतो. दर दशलक्षात प्रत्यक्ष भाग मोजता येतील अशा तऱ्हेने काचेची नळी समापनित केलेली असते आणि तिचा नळ सपाट आणि पॉलिश केलेला असतो. टिप्पणी करतेवेळी नळीचा बराचसा भाग धातूच्या पेटीत अगर अन्य उपयुक्त आवरणात बंद करावा. मेणबत्तीच्या आधाराला एक स्प्रिंग बसविलेली असते अगर अन्य तरतूद केलेली असते. त्यामुळे मेणबत्तीची वरची कड मेणबत्तीच्या आधाराच्या वरच्या पट्टीविरुद्ध दाबली जाते. एक ४०० मि. लिटर चंचुपात्र आणि एक काचेचा ढवळण्याचा दंड, अंशांकनित नळीत पाण्याचे स्थानांतरण करण्याकरिता सोयीस्करपणे वापरावा.

२. क्रियापद्धति – (अ) एकसारखे निष्कर्ष प्राप्त होण्याकरिता ज्योतीचा आकार शक्य तितका जवळ जवळ स्थिर आणि काचेच्या नळीखाली ज्योतीचे अंतर स्थिर राहील असे ठेवणे इष्ट असते. ह्याकरिता वातीवरील काजळी वरचेवर काढून टाकून वातीची साफसूफ करणे आणि मेणबत्तीच्या आधार चौकटीच्या वरच्या पट्टीच्या संपर्कात ती आहे अगर कसे याचे वारंवार निरीक्षण करावे लागेल. मेणबत्ती पेटवण्यापूर्वी दरेक वेळा हाताने सहज तोडता येईल असा काजळलेला वातीचा भाग काढून टाकावा. दर वेळा काही थोड्या मिनिटापेक्षा जास्त काल मेणबत्ती पेटवून ठेवू नये कारण ज्योतीचा आकार वाढण्याकडे त्यामुळे प्रवृत्ती होते. अंधार केलेल्या खोलीत अगर डोक्यावरून काळा बुरखा घेऊन निरीक्षण करावे. वाऱ्याच्या झोतापासून मेणबत्तीच्या ज्योतीचे रक्षण करावे.

(आ) ज्योत दिसू न देण्यास कारणीभूत होण्याकरिता मेणबत्तीवरच्या समापनित नळीत घालाव्या लागणाऱ्या नमुन्याच्या राशीवरून नमुन्याचा गढूळपणा मोजण्यात येतो. पाण्याचा नमुना पूर्णपणे हलविण्यात येतो आणि त्यातील सुमारे २०० मि. लिटर ४०० मि. लिटरच्या चंचुपात्रात ओतण्यात येतो आणि त्यावेळी तरंगणारे सघन द्रव्य खाली बसू नये म्हणून जोरजोराने ढवळण्यात येते. चाचणी करावयाच्या पाण्यातील अंदाजे $\frac{1}{2}$ इंच पाणी काचेच्या नळीत घालण्यात येते, मेणबत्ती पेटवली जाते, आणि चंचुपात्रातील पाणी नळीत सावकास ओतण्यात येते. ही क्रिया करत असताना चंचुपात्रातील पाणी वारंवार ढवळण्यात यावे. जेव्हा ज्योतीची प्रतिमा अंधुक दिसू लागते तेव्हा पाणी अगदी हळुहळू ओतावे आणि प्रतिमा नाहीशी होताच ओतण्याचे काम बंद करावे. तरंगणाचा (पाणी

---

२१. अमेरिकन पब्लिक हेल्थ असोसिअेशन, न्यूयॉर्क, एन. वाय यांच्या "स्टँडर्ड मेथड्स फॉर एक्झॅमिनेशन ऑफ वॉटर स्युएज" भाग १, अनुच्छेद VII, ९ वी आवृत्ति १९४६, यावर आधारित.

आणि तरंगणारे द्रव्य) एक प्रतिशत् भाग काढून टाकताच प्रतिमा पुनः दिसू लागली पाहिजे.

(इ) बैठकीतून काचेची नळी काढून घेऊन गढूळपणाचे मापन केले जाते. हे मापन काळजीपूर्वक तपासावे. त्यावेळी हे लक्षात ठेवावे की कांचेच्या तळाशी गढूळपणाचे आकडे वाढतात.

(ई) दर दशलक्ष भागात १००० भागापेक्षा जास्त गढूळपणा असणारे नमुने एक अगर अधीक सारख्या प्रमाणात स्वच्छ पाणी घालून दर लक्षास १००० भागापेक्षा गढूळपणा कमी येईपर्यंत पातळ करावेत. नंतर मूळ नमुन्याचा गढूळपणा पातळ केलेल्या नमुन्यावर केलेल्या मापनावरून संगणित करण्यात येतो. उदाहरणार्थ जर पातळ नमुन्यावरील मापन दर दशलक्षास ५०० भाग इतके असेल आणि पातळ केलेल्या नमुन्यातील मूळ नमुन्याचे प्रमाण ६ भागात एक भाग असे असेल तर मूळ नमुन्याचा गढूळपणा ३००० असतो.

(उ) वापरून झाल्यावर सर्व भांडी स्वच्छ पाण्याने काळजीपूर्वक विसळावीत आणि कांचेच्या नळीचा तळ आतुन व बाहेरून साफ व स्वच्छ ठेवला पाहिजे. पातळ हायड्रोक्लोरिक अम्लाने मधूनमधून विसळणे उचित असते. मेणबत्ती आणि धारक स्वच्छ ठेवले पाहिजेत.

कांक्रीटचे तपमान

पदसंज्ञा–३५

कांक्रीटचे अंदाजी तपमान, त्यातील अंतर्वस्तुच्या तपमानापासुन खालील सूत्राचा उपयोग करून संगणित करता येते.

$$T = \frac{s(TaWa + TcWc) + TtWt + Tm + TmWm}{s(Wa + Wa) + WtWm}$$

जेथे मिश्रण जलाचा एक भाग म्हणून बर्फाचा वापर केला जातो तेथे अंशात " उणे (गलन उष्णता) " या संज्ञेचा समावेश करावा. ब्रिटिश एककात बर्फाची गलन उष्णता दर पौंडास १४४ B. t. u. असते.

वजनाचे चिन्ह	तपमानाचे चिन्ह
Wa– मिलावा (पृष्ठ शुष्क)	Ta
Wc– सिमेंट	Tc
Wt– मिलाव्यातील मुक्त आर्द्रता	Tt
Wm– मिश्रण जल	Tm

s = ०.२०, शुष्क द्रव्याची गृहीत विशिष्ट ऊष्णता

T = कांक्रीटचे तपमान

हे सूत्र कोणत्याही एककांच्या पद्धतीकरिता वापरण्यात हरकत नाही.

वायुधारक द्रव्यांचा नमुना घेणे

पदसंज्ञा–३६

१. **सामान्य चर्चा** – वायुधारक द्रव्य द्रव अगर मुकटीच्या स्वरूपात पुरवता येते. द्रव द्रव्याच्या प्रत्येक पुरवठ्यातील वाटेल तशा निवडलेल्या भांड्यातून एक क्वार्ट नमुना घ्यावा. नमुना नळी अगर "चोर" (थीफ) भांड्यात संपूर्ण खोलीपर्यंत घालून द्रव नमुना प्राप्त केला जातो, ६ महिन्यापेक्षा तो द्रव जास्त काल साठवणीत ठेवला असेल तर नमुना घेण्यापूर्वी भांडे जोराने हलवावे.

मुकटी द्रव्याच्या प्रत्येक पाठवणीतील मनमानी निवड केलेल्या पोत्यातील १ पौंड नमुना घ्यावा.

२. **नमुने** – घर्षण शीर्ष झाकाच्या बसविलेल्या १ क्वार्ट डबड्यात द्रव नमुने ठेवावेत. नमुना–डबडी घट्ट बंद करावीत आणि झाकण्यावर कामाच्या जागेवर डाक द्यावा मुकटी नमुने धातूच्या डबड्यात अगर कागदी खोक्यात ठेवावेत. बाहेर पाठवली जात असताना द्रव्य खराब होऊ देऊ नये अगर सांडू नये म्हणून नमुने काळजीपूर्वक पॅकबंद करावेत आणि मुख्य अभियंता, डेन्व्हर, कोलो. यांचेकडे पाठवावेत. निर्माता, किती राशीचे प्रतिनिधित्व केलेले आहे ते संरचनेचा मक्तेदार, आणि विनिर्देशन क्रमांक, यासंबंधी प्रत्येक पाठवणीबरोबर योग्य ती माहिती द्यावी. नमुने पाठविण्याकरिता आ. २०५ मध्ये दाखविलेला तक्ता क्र. ७–१४१७ वापरावा.

चांचणी यंत्राची देखभाल

पदसंज्ञा–३७

१. **सामान्य चर्चा** – चांचणी यंत्राची फार थोडी देखभाल करावी लागते, परंतु ती मधून मधून तपासावीत. यंत्र योग्य प्रकारे चालावे म्हणून ज्या गोष्टींची तपासणी करावयाची असते त्यात खालील गोष्टींचा समावेश होतो. पिस्टन आणि सिलिंडराच्या भिंतीच्या बाजू यांच्यामधील पॅकिंगच्या बाजूने साठ्यातील द्रवीय तेल गळू लागते आणि कधीकधी उच्च दाब जोडातून आणि नियंत्रक झडपातून ठिबकू लागते. जर साठ्यात तेल कमी झाले तर त्यामुळे पिस्टन दूरच्या स्थिर स्थानाकडे असताना जेव्हा भार टाकण्यात येतो तेव्हा भार निदर्शक काटा मागे पुढे होऊ लागतो. साठ्यातील अपुऱ्या तेलामुळे यंत्रणेत हवा आत जाण्यास वाव मिळतो. दरवर्षी ३ अगर ४ वेळा साठा तपासला पाहिजे, आणि जर कमी असेल तर चांगल्या प्रतीच्या सुमारे ८० ते १०० चिकटपणाच्या अति–भारी वंगण तेलाने तो पुनः भरून घेतला पाहिजे.

(२) जेव्हा नमुना प्रतिबलित करण्यात येत असतो आणि पिस्टन विलंबित केलेला नसतो तेव्हा भार निदर्शक काट्याच्या तबकडीच्या कोणत्याही भागावर मागे पुढे होणाऱ्या हालचालीवरून दाबमापी नळीतील हवा दर्शविली जाते. नमुना १०००० अगर २०००० पौंडापर्यंत प्रतिबलित करून आणि बूर्दान नळीचे सांधे सोडवून आणि तेलाच्या प्रवाहात

हवेच्या बुडबुड्याचे अस्तित्व दिसून येत नाही तोपर्यंत तेल डबड्यात वाहू देऊन हवा ह्या नळीतून काढून टाकावी. जेव्हा दाब-मापी नळी खुली करण्यात येते तेव्हा भार निदर्शक काटा मागे परततो. नमुन्यावरून भार काढून टाकला गेला आहे असा ह्याचा अर्थ करू नये. भार वाढल्याने जर जोड खुला झाला असेल तर तेल दाब नळीच्या शेवटातून उसळून बाहेर येईल. दाबनळी निःस्रावित करताना बूर्दान नळीचा सांधाच फक्त ढिला करणे ही चांगली प्रथा असते. ह्यामुळे हवा आणि तेल बाहेर पडू शकते आणि हवेचे बुडबुडे दिसण्याचे बंद होताच सांधे घट्ट करणे शक्य होते. जर बुर्दान नळीच्या आत हवा गेली असेल तर नळीच्या अखेरच्या शेवटातील अंतिम ऍलन बूच सैल करावे लागेल आणि तेथून तेल व हवा मोकळी करावी लागेल. सांधा अगर बूच घट्ट करीपर्यंत यंत्रावरून भार काढून घेऊ नये

(३) पिस्टन आणि सिलिंडरच्या भितीच्या दरम्यान धूळ अगर घाण जाऊ देऊ नये. जर बऱ्याच कालपर्यंत पिस्टन दूरच्या स्थिर स्थानाकडे राहू दिला तर पिस्टनच्या भितीत वाळूचे सूक्ष्म कण रुतून बसण्याची शक्यता असते आणि ते कण पिस्टन व सिलिंडर यांच्या भितींच्यामध्ये जाऊन बसतात आणि त्यामुळे बंधन क्रिया निर्माण होऊन तबकडीवर भाराचे आभासी निदर्शन होते. जेव्हा उपमार्ग-झडप उघडण्यात येते तेव्हा जर पिस्टन आपल्या मूळ आधारित स्थानावर परत येऊ शकला नाही तर त्यावरून ही परिस्थिती सू ते

२. चांचणी यंत्राचे संधारण – जेव्हा चांचणी यंत्र योग्य प्रकारे काम देत नाही अगर यंत्राचे समापन करण्याची वेळ आलेली असते तेव्हा मुख्य अभियंत्याला त्याबाबत सूचना करावी.

३. चांचणी यंत्राचे समापन – २ वर्षापेक्षा जास्त नाही इतक्या कालांतरात चांचणी यंत्राचे समापन करावे. तसेच ते हलविल्यानंतर लगेच तोलन यंत्रणेची दुरुस्ती केली असल्यास अथवा तिचे समायोजन केले असल्यास त्यानंतर आणि जेव्हा जेव्हा निष्कर्षाच्या अचूकतेबद्दल शंका येण्यास कारण असेल त्यावेळीही त्याचे समापन करावे. जर लादलेल्या भाराचे बिनचुक मापन करावयाचे असेल तर हे काम सिद्धीकरण बांगडीची आणि लागणाऱ्या क्रियापद्धतीची माहिती असलेल्या इसमाकडून करून घेतले पाहिजे.

४. सिद्धीकरण बांगडी – चांचणी यंत्राच्या समापनाकरिता वापरण्यात येणारी सिद्धीकरण बांगडी उच्च प्रतीच्या विशिष्ठ पोलादी मिश्र धातूची बनविण्यात येते आणि वॉशिंग्टन डी. सी. येथील नॅशनल ब्यूरो ऑफ स्टँडर्ड्सनी समापनित केलेली असते. चांचणी यंत्राच्या तपासणीच्या कामाकरिता मान्यता मिळण्यासाठी ह्या सिद्धीकरण बांगडीमध्ये प्रतिबलाखाली काही वैशिष्ठ्ये दिसून आली पाहिजेत. निष्काळजीपणाने वापरल्यामुळे तपासणीचे उपकरण म्हणून ती बांगडी निकामी होण्याची शक्यता असल्याने चांगली काळजी घेऊन ती हाताळणे अवश्य असते. बांगडीच्या पृष्ठभागावर क्षरण अगर अन्य खराबी होण्याची शक्यता टाळण्यासाठी हाताळण्याच्या सर्व क्रियात स्वच्छ कपडा अगर हातमोजे वापरावेत. कोणत्याही परिस्थितीत ही बांगडी धातूच्या आकड्याने पकडू नये

अगर ज्यामुळे पृष्ठभागावर चरे पडतील अगर गुणधर्मात फरक पडतील अशा प्रकारे हाताळू नये.

५. **क्रियापद्धति –** (अ) चांचणीची पूर्व तयारी:– चांचणी यंत्राचे गोलाकार शीर्ष काढून घेऊन त्या ठिकाणी भरीव शीर्ष बसविण्यात येते. जर भरीव शीर्ष उपलब्ध नसेल तर गोलाकार शीर्ष शक्य तितके ताठर तयार करावे आणि त्याचा आधार पृष्ठभाग सिद्धीकरण बांगडीच्या वरच्या आधारपृष्ठाशी समांतर ठेवावा. यंत्राच्या संपीडन मेजावर ठेवलेल्या दृढीकृत लहान आधार ठोकळ्यावर प्रत्यक्षपणे सिद्धीकरण बांगडी ठेवून तिचे स्थापन करावे. बांगडीच्या आधारपृष्ठाच्या माथ्यावर आणखी एक दृढीकृत आधार ठोकळा ठेवण्यात येतो. (सिद्धीकरण बांगडी बरोबर दृढीकृत ठोकळे पुरविण्यात येतात.) शुष्क कोश तिजोरी आत बसविल्यानंतर आणि वरच्या आधारपृष्ठाच्या खाली संपूर्ण यंत्रणेचे संकेंद्रण केल्यावर यंत्राची धारण क्षमता, तबकडीची क्षमता, अगर सिद्धीकरण क्षमता यांच्यापैकी किमान क्षमते इतके बांगडीचे पूर्वभारण करण्यात येते. बांगडीचे तपमान खोलीतील तपमानाइतके होईपर्यंत आणि वर सुचविल्याप्रमाणे अनेक वेळा तिचे प्रतिबलन करीपर्यंत अंतिम समापन क्रिया सुरू करू नये. बांगडीचे तपमान खोलीतील तपमानाइतके झाले आहे हे ठरविण्याचा उत्तम मार्ग बांगडी प्रतिबलित करण्यापूर्वी आणि नंतर शून्य पाठ्यांक घेणे हा आहे. सूक्ष्ममापी चक्रावर हे पाठ्यांक एकमेकाच्या एक अंशाच्या आत आले पाहिजेत. अनेक वेळा बांगडी प्रतिबलित केल्यानंतर जेव्हा शून्याचे पाठ्यांक स्थूलमानाने सारखे होतात तेव्हा ती "कंडिशन्ड" (योग्य अवस्थेप्रत पोहोचलेली) असते आणि समापन क्रियेसाठी तयार असते. जर प्रयोग शाळेत बरेचसे एकसारखे तपमान ठेवता आले नाही तर बांगडीच्या तपमानात फरक होईल आणि पाठ्यांकाच्या अचूकतेस बाध येईल.

(आ) सिद्धीकरण बांगडीचे मापन – चांचणी यंत्राने सिद्धीकरण बांगडी भारित केल्यामुळे बांगडीमध्ये विरूपण होते. ज्या विरूपणापासून भार बिनचूक निर्धारित करता येतो त्याचे सूक्ष्ममापीने मापन करण्यात येते. ही क्रिया खालीलप्रमाणे केली जाते.

(१) शुष्क कोशगृहाच्या खालच्या बाजूवरील स्विच बंद करून कंपन होणाऱ्या कंपिकेला गति द्यावी. (आ. २०४ पहा.)

(२) कंपनित कंपिकेचे कंपन थांबेपर्यंत सूक्ष्ममापी चक्र वरच्या दिशेने हळूहळू सरकवावे.

(३) कंपन होणाऱ्या कंपिकेचे मुक्त संचलन होईपर्यंत सूक्ष्ममापी चक्र पाठीमागे घ्यावे.

ज्या बिंदूपाशी कंपन होणारी कंपिका किंचित् मंद होते आणि गुंजन होणाऱ्या आवाजात बदल होतो असा बिंदू सूक्ष्ममापीच्या दोन स्थानांच्या दरम्यान प्राप्त होतो. हाच इच्छित संपर्क बिंदू असतो आणि त्याच्याजवळ सर्व मापे घ्यावीत. सूक्ष्ममापी चक्रावरील मापनात शीघ्रता आणि अचूकता असण्याची आवश्यकता असते आणि ती सवयीने विकसित होतात.

(इ) चांचणी – भार रहित स्थितीत सूक्ष्ममापीवर स्थिर पाठ्यांक प्राप्त होईपर्यंत

तिच्या क्षमतेइतकी बांगडी पाच ते सहा वेळा पूर्वभारित करावी. ह्याला शून्य पाठ्यांक म्हणतात. (इशारा – सिद्धीकरण बांगडीचे प्रमाणाबाहेर मारण करू नका.)

$$\left[\frac{\text{कमाल तबकडी भार}}{\text{कमाल बांगडी गुणांक}} \right]$$

ह्या गुणोत्तराने निर्धारित केलेल्या बांगडीच्या क्षमतेकरिता सूक्ष्ममापी चक्र लाऊन ठेवणे ही पुर्वोपायाची तरतुद आहे. (सिद्धीकरण बांगडीच्या बरोबर पुरविलेल्या छापील तक्त्यावरून बांगडी गुणांक प्राप्त करण्यात येतो.) जर यंत्राच्या तबकडीवर अजाणतेपणे अतिशय कमी प्रमाणात मापन केले गेले तर ह्यामुळे बांगडीवर प्रमाणाबाहेर मारण



आ. २०४

सिद्धीकरण बांगडी P X - D - 33525

होण्याचे रोखता येते. पूर्वभारणानंतर, भाररहित स्थितीत आणि शून्यावर सिद्धीकरण बांगडीवरील सूक्ष्ममापीचे मापन करावे आणि पाठ्यांकांची नोंद आणि पुनः पूर्वनिश्चित वाढीकरिता बांगडीबरोबर पुरविलेल्या समापन तक्त्यावर दर्शविल्याप्रमाणे आणि तबकडीच्या दर्शनीभागावरील भारनिदर्शक काट्याने दाखविल्याप्रमाणे मापन आणि नोंद करावी. नंतर हळूहळू भार कमी केला जातो आणि पुढच्या उच्चतर पूर्वनिर्धारित भारा–पर्यंत सिद्धीकरण बांगडीचे भारण करण्यापूर्वी आणखी एक शून्य पाठ्यांक घेण्यात येतो व त्याची नोंद करण्यात येते. ही क्रियापद्धति संपूर्ण तबकडी व्यापली जाईपर्यंत पुनः पुनः केली जाते. प्रत्येक वाढीव भारापूर्वीच्या आणि नंतरच्या शून्य पाठ्यांकांची सरासरी प्रत्येक भाराकरिता केली जाते.

मापन करावयाच्या वाढीप्रत जसजसा भार सावकाशपणे पोहोचतो तसतसा यंत्रचालक ही गोष्ट "तयार रहा" असा इशारा देऊन सूचित करतो. सिद्धीकरण बांगडीचे सूक्ष्ममापी चक्र निरीक्षक मापन स्थानात सरकवतो आणि योग्य "पठण" अंतरापर्यंत कंपन होत असलेल्या कंपिकेचे अनुसरण करतो. जेव्हा भार निदर्शक काटा तबकडीवरील वाढीव रेषेशी जुळतो तेव्हा यंत्र चालक "मापन करा" असे सांगतो. इशारा दिलेल्या वेळेपासून पाठ्यांक घेईपर्यंत भारण अतिशय हळुहळू करावे आणि त्यावेळी भाराच्या वाढीपेक्षा ते जास्त होऊ न देण्याची काळजी घ्यावी. ह्यामुळे निरीक्षकाला सूक्ष्ममापीवर हस्तक्रिया करण्यास वेळ मिळतो.

किमान ३ समापने करावीत आणि यंत्राची अचूकता निश्चित करण्याकरिता ह्या माहितीची सरासरी घ्यावी.

६. बिनचूक मापन करण्याकरिता लक्षात ठेवण्याचे मुद्दे – (अ) बांगडीचे तपमान खोलीच्या तपमानाइतके होऊ द्यावे आणि चांचणी सुरु करण्यापूर्वी पाच अगर सहा वेळा ती सूनम्य होऊ द्यावी.

(आ) प्रत्येक सूक्ष्ममापीच्या मापनाकरता कंपनित कंपिकेचा तोच आवाज प्राप्त करावा. सूक्ष्ममापीच्या चक्राच्या मध्याच्या प्रत्यक्ष वर कंपिका कंपनित करावी.

(इ) सूक्ष्म मापीचे चक्र फार दूरवर फिरवून कंपनित कंपिकेत अडथळा आणू नये; आणि प्रत्येक भाराचे मापन झाल्यावर सूक्ष्ममापीचे चक्र मागे फिरवले असल्याची खात्री करून घ्यावी.

(ई) प्रत्येक मापनानंतर विजेरी बंद करावी. विजेरीचा अखंड वापर केल्यास तिच्या प्रभाराची जलद हानि होते आणि त्यामुळे कंपनित कंपिकेच्या आवाजात फरक पडतो.

(उ) समापन करताना बांगडीपासून हात दूर ठेवावेत, शरिराच्या उष्णतेपासून बांगडीच्या तपमानात फरक पडतो. समापन करताना फक्त सूक्ष्ममापीचे चक्र हा एकच भाग आहे की त्याला स्पर्श करावा लागतो.

(ऊ) समापन प्रक्रियेच्या कालात भार वाढत जावा.

(ए) बांगडी काळजीपूर्वक हाताळावी; ते एक परिशुद्ध उपकरण आहे.

टीप १ – बांगडी पेटीत परत ठेवण्यापूर्वी विजेरीच्या पेटीतून शुष्क कोश काढून घ्यावेत नाहीतर विजेऱ्यांचे संक्षरण होते, नंतर त्या गळू लागतात आणि बांगडीवर डाग पडतात.

टीप २ – पुनः पाठवणीकरिता पेटीत ठेवण्यापूर्वी बांगडीवर तेलाचा पातळ थर द्यावा.

७. **संगणने** – विशिष्ट भागाकरिता सिद्धीकरण बांगडीवर मापन केलेल्या पाठ्यांकातून प्रत्येक वाढीव भाराकरिता घेतलेला सरासरी शून्य पाठ्यांक वजा करावा आणि समापन तक्त्यावरील "बांगडी विक्षेपणाच्या" स्तंभात निष्कर्ष प्रविष्ट करावेत. ही खोलीच्या तपमानातील बांगडी–विक्षेपणे असतात खालील समीकरण वापरून ७०°F तपमानाकरिता ती सुधारित करण्यात येतात.

d ७० = dt (१–k, t–७०)

येथे d ७० = ७०°F तपमानातील बांगडी–विक्षेपण

dt = खोलीच्या तपमानातील बांगडी–विक्षेपण

t = खोलीतील सरासरी तपमान आणि

k = तपमान सुधारक गुणांक

सुधारित विक्षेपणांना बांगडी गुणांकाने गुणण्यात येते, आणि सिद्धीकरण बांगडीने दर्शविलेला भार मिळण्याकरिता ब्यूरो ऑफ स्टँड्र्डसकडून स्थिरांक प्राप्त करण्यात येतो. बांगडीने दाखविलेला भार तबकडीवर दर्शविलेल्या भारातून वजा करून प्राप्त केलेला आकडा ही त्यातील "चूक" असते. ह्या चुकीला तबकडीवरील भाराने भागून आणि १०० ने गुणून प्रतिशत् चूक काढण्यात येते नंतर सरासरी, कमाल आणि किमान चूक उघड होते.

८. **गुंजाइश** – २००००० पौंडी तबकडीकरिता अचूकतेच्या मर्यादा खालील प्रमाणे असतात. ४०००० पौंडाच्या वरील सर्व भागाकरिता १ टक्क्यापेक्षा जास्त नाही आणि ४०००० पौंडापेक्षा कमी भाराकरिता ५०० पौंडापेक्षा जास्त नाही. (चांचणी यंत्राच्या तबकडीवरील एक भाग).

३००,००० पौंडी तबकडीकरिता अचूकतेच्या मर्यादा खालील प्रमाणे असतात. ६०००० पौंडावरील सर्व भागाकरिता १ टक्क्यापेक्षा जास्त नाही आणि ६०००० पौंडापेक्षा कमी भाराच्याकरिता ५०० पौंडापेक्षा जास्त नाही.

जेव्हा अचुकतेच्या ह्या मर्यादांचे उल्लंघन होते तेव्हा अनुवर्ती समापने करावीत. जर सुधारणा दिसून आली नाही तर समापनाची माहिती आणि यंत्राचा जर काही अयोग्य वर्ताव झाला० असेल तर त्याचे वर्णन हे दोन्हीही, डेन्व्हर प्रयोग शाळेने सुधारासंबंधी शिफारसी कराव्या म्हणून, मुख्य अभियंत्याकडे पाठवून द्यावेत.

कॉंक्रीट मुरविण्याच्या मोहोरबंदी संमिश्रणांचे नमुने घेणे

पदसंज्ञा ३८

१. **नमुना घेणेची पद्धति** – नमुना काढून घेण्याच्या आधी, पिपातील अंतर्वस्तु संपूर्णपणे मिसळल्या जाव्या. भांड्यांच्या प्रकारावर आणि उपलब्ध असलेल्या सुविधांच्या-

प्रमाणे वापरावयाची पद्धत बदलती असते. जवळ जवळ सर्व पाठवणात '५५ गॅलनची पिपे वापरण्यात येत असल्याने त्यांच्या वापरावर खालील पद्धती आधारलेली आहे. परंतु इतर प्रकाराच्या मांड्यांनाही तीच तत्वे लागू होतात.

(अ) **छिद्र असलेल्या तोंडाच्या प्रकारचे पीप** – संपीडित हवा उपलब्ध आहे : द्रव संपूर्णपणे मिसळण्याची ही सर्वात जलद आणि खात्रीलायक पद्धत आहे. हवेच्या नळाशी $\frac{1}{2}$ अगर $\frac{3}{8}$ इंच सोयीस्कर लांबीची नळी जोडण्यात येते. हवेची नळी तेल आणि आर्द्रता यांचा निरास होण्यासाठी योग्य प्रकारे पाशबद्ध केलेली असते. पिपाच्या तळापर्यंत त्याच्या तोंडाच्या छिद्रातून नळी घालण्यात येते. संपूर्ण अंतर्वस्तुतून जोरात घुसळण क्रिया होण्या-साठी पुरेसा हवेचा दाब (दर चौरस इंचास सुमारे २० पौंड) पाडण्यात येतो. पण तोंडाच्या छिद्रावाटे द्रव बाहेर फेकले जाईल इतका तो जोरदार नसावा. नळीच्या निर्गम-द्वाराच्या टोकाने पिपातील द्रव्य पूर्णपणे मिसळले जाईपर्यंत पीप हालविण्यात येते.

(आ) **छिद्र असलेल्या तोंडाच्या प्रकारचे पीप – संपीडित हवा उहलब्ध नाही** : जेव्हा संपीडित हवा वापरणे अव्यवहार्य असते तेव्हाच फक्त ही पद्धत वापरावी. पिप एका बाजूवर कलंडण्यात येते आणि एकूण २०० फूट अंतरापर्यंत मागे पुढे फिरविले जाते. पिपाचा शेवट वर केलेला असतो आणि तोंडातील छिद्रातून एक लांब लाकडी अगर धातुचे ठोकणीच्या आकाराचे पायडल पिपात घालण्यात येते आणि अंतर्वस्तूंचे संपूर्णपणे मिश्रण झाले आहे असे परिचालकाचे समाधान होईपर्यंत पीप ढवळण्यात येते. पिप पुन: आपल्या बाजूवर पाडण्यात येते आणि सुमारे १०० फुटापर्यंत मागेपुढे फिरविण्यात येते.

(इ) **उघड्या माथ्याचे पीप** – पीपावरील माथ्याचा भाग काढून टाकण्यात येतो आणि त्यातील द्रव्याचा काही भाग स्वच्छ भांड्यात ओतण्यात येतो. उरलेला भाग यंत्र-चलित रवीने घुसळण्यात येतो आणि त्यावेळी सर्व खाली बसलेले द्रव्य संपूर्ण द्रवात एक सारखे विभागले गेले आहे याची खात्री करून घेतली जाते. हाताने घुसळणे अकार्यक्षम आणि श्रमकारक असते आणि जेव्हा यंत्रचलित रवी उपलब्ध होऊ शकत नाही तेव्हाच ती पद्धत वापरावी. पिपातील द्रव्याचे संपूर्णपणे मिश्रण झाल्यानंतर आणि घुसळण क्रिया चालू असताना, प्रथम काढून घेतलेला भाग हळुहळू पिपात परत घालावा. संपूर्ण संमिश्रण होईपर्यंत संपू र्ण अंतर्वस्तू घुसळाव्यात.

मिश्रणक्रिया पूर्ण झाल्यावर लगेच त्यातील नमुना बाहेर काढून घेऊन नमुन्याच्या भांड्यात ओतण्यात येतो. तोंडातून छिद्रे पाडलेल्या प्रकाराच्या पिपातून पिपाच्या निर्गमद्वारातून नमुना भांडे भरेपर्यंत अनेक गॅलन (द्रव) काढून घ्यावा.

२. नमुने – मोहोरबंदी संमिश्रणाच्या प्रत्येक वाट्यातुन अगर पाठवणीतून एक नमुना घ्यावा. दुहेरी घर्षणशीर्ष झाकण बसविलेल्या १ क्वार्ट डबड्यांत प्रत्येक नमुना भरावा. डबड्याच्या अंदाजे ९० प्रतिशत् क्षमते इतके अंदाजे डबडे भरावे, घट्ट बंद करावे आणि झाकणाला जागेवर डाख द्यावा. खराबी आणि ओसंडून जाण्याचे टाळण्याकरिता डबडी

काळजीपूर्वक पॅकबंद करावी आणि डेन्व्हर, कोला. येथील मुख्य अभियंत्याकडे पाठवून द्यावीत. प्रत्येक नमुन्यावर योग्य प्रकारे चिठी लावावी आणि त्याबरोबर ७- १४१७ हा तक्ता भरून त्याची नक्कल पाठवावी. डेन्व्हर कार्यालयातून हा तक्ता (आ. २०५) प्राप्त करावा.

नमुना पाठविण्याचे प्रपत्र व चांचणीचा अहवाल
स्वीकृति चांचण्या

७-१४१७ वरून
(९-६०)
ब्यूरो ऑफ रेक्लमेशन

रंगाकरिता काँक्रीटचे मुरवण पूर्ण केलेले ओड निःस्पंदक छपराचे द्रव्य, आर्द्ररोधन उतार इत्यादी.

सहाय्यक आयुक्त आणि मुख्य अभियंता— ए.टी.टी.आर २०० यांना	दिनांक
कडून वितरण	प्रकल्प
(ना मूळ [प्रपत्र] परत करणे)	बाब
विभागीय निर्देशक	संरचन विनिर्देश क्र.
प्रकल्प व्यवस्थापक	
डी व सी फाईल – सहाय्यक आयुक्त व मुख्य अभियंता	बाब क्र.
प्रयोग शालेय फाईल – संरक्षक ओतकामे	बी./एल्. मार्गे पाठवणी

	नमुना	नमुना	नमुना
खरेदी आदेश क्र.			
रंग द्रव्य			
द्रव्य विनिर्देश			
विनिर्माता			
निरूपित राशि			
वाटा अगर गट क्रमांक			
रंगवावयाची बाब			
बांधकामाचा मक्तेदार			
प्रकल्पावर मिळाल्याची ता.			
नमुना घेतलेली तारीख			
पाठविलेली तारीख			

(पान ५९० पहा)

शेरा निवेदक अधिकाऱ्याची सही तारीख

सूचना :- डेन्व्हर प्रयोग शाळेकडे स्वीकृति चांचण्या करण्यासाठी नमुने सादर करण्याकरिता हा तक्ता वापरावा. (सहाय्यक आयुक्त आणि मुख्य अभियंत्याच्या फायली-करिता लागणाऱ्या २ तक्त्यासह) सर्व नकला डेन्व्हर प्रयोग शाळेकडे नमुन्याबरोबर पाठवाव्यात. चांचण्या घेतल्यानंतर त्या चांचण्यांच्या निष्कर्षासंबंधी योग्य ती माहिती सर्व नकलात समाविष्ट करावी आणि डेन्व्हर येथून संबंधित अधिकाऱ्यांच्याकडे वाटून द्यावी.

ही जागा प्रयोग शाळेच्या अहवालाकरिता राखून ठेवली आहे.

नमुना मिळाल्याची तारीख

चांचण्या पूर्ण झाल्याची तारीख

स्वीकार्य

शेरा :—

आ. २०५

रुपामस्तकी जोडाच्या मुद्रांककाचा नमुना घेणे
पदसंज्ञा ३९

१. **सामान्य चर्चा** – एकच घटक म्हणून रुपामस्तकी जोडाचा मुद्रांकक पुरविला जातो. त्याचे मिश्रण तयार स्वरुपात मिळते व तो अस्फाल्ट रबर, जड, पूरक आणि योग्य विलायक समरूप द्रव्याचा बनलेला असतो. सामान्यपणे तो ५५ गॅलनच्या डब्यातून पाठविला जातो।

२. **नमुना घेणे** – बरेच दिवस ठेवल्यास ह्या द्रव्यात अल्पसे विलगन होण्याची शक्यता असते आणि नमुना घेण्याच्या पूर्वी मुद्रांककाचे पुनर्मिश्रण करावे लागण्याचा संभव असतो. उघडया तोंडाच्या पिपात हे संमिश्रण पुरवण्यात येत असल्याने पिपाच्या तळाशी पोहोचेल इतक्या लांबीचे पायडल असलेल्या यांत्रिकी मिश्रकाने द्रव्याचे पूर्णपणे मिश्रण थोडावेळ करून ते पूर्वस्थितीत आणता येते.

३. **नमुने** – मुद्रांककाच्या प्रत्येक गटातून प्रातिनिधिक नमुना घ्यावा आणि १ क्वार्टच्या डबड्यात ठेवावा. घर्षण शीर्ष झाकण बसविलेल्या डबड्यात सुमारे ९० प्रतिशत् क्षमते इतके (द्रव्य) भरावे. मोहोरबंदी, लेबलावरील माहिती आणि पाठवणी संबंधीच्या सूचना पदसंज्ञा ३८ मध्ये दिलेल्या प्रमाणे वापराव्यात.

पोझोलानकरता स्वीकृति चांचण्या

पदसंज्ञा ४०

१. **सामान्य चर्चा** – पोझोलानच्या स्वीकृति चांचण्यात विशिष्ठ दर्जाचे पोझोलान आहे अशी खात्री मिळण्याकरिता केलेल्या रासायनिक आणि भौतिक चांचण्यांचा अंतर्भाव असतो. ह्या चांचण्या सामान्यपणे डेन्व्हर प्रयोगशाळेत करण्यात येतात. तथापि परिस्थित्यनुरूप खालील चर्चा केलेल्या चांचण्यापैकी संपूर्ण अगर अंशतः चांचण्या प्रकल्पावरील प्रयोगशाळेत कराव्या लागणे शक्य असते. दिलेल्या पद्धतीना अनुसरून चांचण्या कराव्या.

२. **आर्द्रतांश** – एका चिनीमातीच्या मुशीत वजन केलेला नमुना ठेवून तो १०५° ते ११०°C तपमानात वजन स्थिर राहीपर्यंत भट्टीत सुका करावा. ०.१ इतक्या निकट खालील प्रमाणे आर्द्रतेची टक्केवारी संगणित करावी.

$$\text{आर्द्रतेची टक्केवारी} = \frac{A}{B} \times १००$$

येथे A = सुकविल्यानंतर होणारी वजनातील हानि आणि
B = सुकविण्यापूर्वीचे वजन

३. **प्रज्वलन हानि** – संघीय चांचणी पद्धती मानक क्र. १५८a, परिच्छेद २.१ अगर २.२ ला अनुसरून प्रज्वलन हानि निश्चित करावी. फरक इतकाच की आर्द्रतांशाच्या निश्चितीकरणातून राहिलेले द्रव्य एका उघड्या मुशीमध्ये ७००° ते ८००°C तपमानात वजन स्थिर राहीपर्यंत फ्लाय ॲशकरिता प्रज्वलित करावे आणि ९००° ते १०००°C तपमानात नैसर्गिक पोझोलान करता प्रज्वलित करावे. खालील प्रमाणे निकटच्या ०.१ पर्यंत प्रतिशत् प्रज्वलन हानि संगणित करावी.

$$\text{प्रतिशत् प्रज्वलन हानि} = \frac{A}{B} \times १००$$

येथे A = १०५°C (तपमान) आणि प्रज्वलन तपमान यांच्या दरम्यानची वजनहानि
B = वापरलेल्या आर्द्रतारहित नमुन्यांचे वजन

४. **सूक्ष्मता** – (अ) **विशिष्ट पृष्ठ** – सें. मि.^{2} / सि. सि., पोझोलानचे विशिष्ट पृष्ठ, सें. मि.^{2} / जी, चांचणीच्या वायुप्रवेश्यता पद्धतीने संघीय चांचणी पद्धत मानक क्रमांक १५८^a पद्धत २१०१.१ यात वर्णन केलेल्या क्रियापद्धतीस अनुसरून निश्चित करण्यात येतात. विशिष्ट-पृष्ठ, सें. मि.^{2} / सि. सि., विशिष्ठ पृष्ठ सें. मि.^{2} / जी. ला नमुन्याच्या विशिष्ट गुरुत्वाने गुणून संगणित करण्यात येते.

(आ) ३२५ जाळीच्या चाळणीवर राहिलेले द्रव्यः-संघीय चांचणी पद्धति मानक क्र. १५८^a, पद्धति २१११-१ त केलेल्या तरतूदींना अनुसरून ३२५ जाळीच्या चाळणीवर राहिलेल्या द्रव्याची चांचणी केली जाते.

५. पोर्टलंड सिमेंटसह संपीडन शक्ती – २ इंची बुन्याच्या घनाकृति ठोकळ्याची संपीडक शक्ती, पोर्टलंड सिमेंटच्या नियंत्रक मिश्रणावरून आणि तेच पोर्टलंड सिमेंट आणि पोझोलानच्या चांचणी मिश्रणावरून, नियंत्रक मिश्रणाच्या तुलनेकरिता निश्चित करावी. संघीय चांचणी पद्धति मानक क्रमांक १५८[a], पद्धति २३०१.१ ला अनुसरून हे घनाकृति ठोकळे खालील प्रमाणे तयार करावेत.

(अ) **मिश्रणातील भाग** – १ भाग सिमेंट, २.७५ भाग प्रतवारी केलेली ओटावा वाळू (ए. एस्. टी. एम्. पदसंज्ञा C १०९), आणि १०० ते ११५ चा प्रवाह (पहा खालील उपपरिच्छेद [ई]) मिळण्याकरिता पुरेसे पाणी, असे नियंत्रक मिश्रणातील मिश्रण भाग असावेत. चांचणी करण्याकरिता वापरावयाचे सिमेंट हे संबंधित विशिष्ट बांधकामात वापरलेले होते अशी जर माहिती असेल आणि ते उपलब्ध असेल तर तेच वापरावे; अन्यथा ज्या प्रकारचे सिमेंट बांधकामात वापरले आहे त्याच प्रकारचे चांचणीचे सिमेंट असावे आणि ते संघीय विनिर्देशन एस्. एस्. सी. – १९२ d, अगर अगदी ताज्या केलेल्या परिशोधनास अनुरूप असावे. चांचणी मिश्रणात, नियंत्रक मिश्रणात वापरलेल्या सिमेंटच्या वजनापैकी ३५ टक्के सिमेंटच्या बदली पोझोलानचे तितकेच निरपेक्ष आयतन वापरावे.

(आ) बाटचाचा आकार – सहा घनाकार ठोकळ्यांना पुरेसे व्हावे म्हणून द्रव्याचे पुढील प्रमाणे प्रमाणीकरण करण्यात येते.

नियंत्रक मिश्रण :

सिमेंट – ५०० ग्रॅम; ओटावा वाळू – १३७५ ग्रॅम

X = १०० ते ११५ प्रवाहाकरिता मि. लिटर पाणी.

चांचणी मिश्रण :

३२५ ग्रॅम सिमेंट

$$१७५ \times \frac{\text{पोझोलानचे विशिष्ट गुरुत्व}}{\text{सिमेंटचे विशिष्ट गुरुत्व}} = \text{ग्रॅम पोझोलान}$$

ओटावा वाळू – १३७५ ग्रॅम

Y = १०० ते ११५ प्रवाहाकरिता मि. लिटर पाणी

(इ) **प्रवाह** – संघीय चांचणी पद्धति मानक क्र. १५८a, पद्धति २३०१.१ परिच्छेद ४.३ ला अनुसरून नियंत्रक मिश्रण आणि चांचणी मिश्रणाकरिता प्रवाह निर्धारित केला जातो.

(ई) **नमुन्याचे साठवण** – जेव्हा २४ तासानंतर साच्यातून घनाकृती नमुने काढून घेण्यात येतात तेव्हा ते घट्ट बसणाऱ्या हवाबंदी केलेल्या भांड्यात ठेवण्यात येतात आणि २७ दिवसपर्यंत ३८°C (१००°F) तपमानात (खोलीत) ठेवण्यात येतात. नंतर ते ३८°C तपमान असलेल्या खोलीतून काढून घेऊन २३° ± १.७°C (७३.४° ± ३°F) इतक्या तपमानापर्यंत फोडण्यापूर्वी थंड होऊ दिले जातात. (तीन घनाकृती ठोकळे माऊ शकतील असे कोणतेही भांडे जर हवा बंद करता आले तर वापरण्यास हरकत नाही.)

(उ) चांचणीचा कालावधी – २८ दिवसाच्या संपीडन शक्तीच्या चांचणीकरिता सहा घनाकृती ठोकळ्यांच्या संचापैकी उरलेले टाकून द्यावेत अगर ९० दिवसाच्या संपीडन शक्तीच्या चांचणीकरिता तयार करावेत.

(ऊ) प्रतिशत् शक्ती – नियंत्रक मिश्रणाच्या शक्तीच्या टक्केवारीत अभिव्यक्त केलेल्या पोझोलान असलेल्या मिश्रणाच्या शक्तीचे खालील सूत्रावरून गणन करण्यात येते.

$$\text{प्रतिशत् शक्ती} = \frac{(\text{चांचणी मिश्रण ठोकळ्यांची सरासरी संपीडन शक्ती})}{(\text{नियंत्रक मिश्रण ठोकळ्यांची सरासरी संपीडन शक्ती})} \times १००$$

६ **चुन्यासह संपीडन शक्ती** – जलयोजित चुन्यासह पोझोलानची क्रिया निश्चित करण्याकरिता खालीलप्रमाणे चुन्याचे नमुने तयार करण्यात येतात आणि त्यांची संपीडनात चांचणी केली जाते.

(अ) मानक द्रव्ये – ए. एस. टी. एम पदसंज्ञा C २०६ – ४९ च्या गरजांशी जुळणारा जलयोजित चुना असावा आणि शिवाय

(१) त्यात बाष्पशील नसणाऱ्या भागावर आधारित केलेल्या ५ प्रतिशत्पेक्षा जास्त मॅग्नेशियम ऑक्साइड असू नये; आणि

(२) तो इतका सूक्ष्म असावा की क्र. ३२५ च्या चाळणीवर त्याचा ५ प्रतिशत् पेक्षा जास्त अंश राहू नये.

वाळू ए. एस. टी. एम पदसंज्ञा C १०९ च्या ४ थ्या परिच्छेदातील गरजाशी अनुरूप अशी प्रतवारी केलेली ओटावा वाळू असावी.

(आ) प्रमाणीकरण आणि मिश्रण – चुन्यात वजनाने २ भाग, भट्टीत शुष्क केलेले पोझोलान, १ भाग. जलयोजित चुना, ९भाग. प्रतवारी केलेली ओटावा वाळू, आणि १०५ ± ५ प्रवाह प्राप्त होईल इतके पाणी असावे. (टीप – तीन नमुन्यांच्याकरता १२५ ग्रॅम चुना, २०५ ग्रॅम पोझोलान आणि ११२५ ग्रॅम वाळू सामान्यत: पुरेशी होते.) संघीय चांचणी पद्धति मानक क्र. १५८a पद्धति २३०१.१ परिच्छेद ४.३ शी अनुरूप अशी प्रवाहाची निश्चिती करण्यात येते.

परिच्छेद (इ) मध्ये निर्देशित केल्याप्रमाणे मापे असणारी किमान तीन नळकांडी बनविण्याकरिता चुन्याची पुरेशी राशी तयार करावी. सुका चुना, पोझोलान आणि वाळू झाकलेल्या भांड्यात २ मिनिटे हालवून त्यांचे पूर्णपणे मिश्रण करावे. संघीय चांचणी पद्धति मानक क्र. १५८a, पद्धति २००१.१, परिच्छेद ३.१० मध्ये वर्णन केल्याप्रमाणे यांत्रिकी मिश्रकात चुन्याचे मिश्रण करावे. मिश्रणाची क्रियापद्धति खाली वर्णन केली आहे.

मिश्रकात सुके पायडल आणि सुके कटोरे मिश्रणावस्थेत ठेवावे. नंतर एका वाट्याला लागणारे द्रव्य मिश्रकात घालावे आणि खालील प्रमाणे मिश्रण करावे.

(१) कटोऱ्यात मिश्रणाचे सर्व पाणी घालावे.

(२) हळू वेगाने (द. मि. १०४ ± ५ फेरे) मिश्रक चालू करावा. सुका चुना, पोझोलान आणि वाळूचे मिश्रण १ मिनिटाच्या कालात सावकाश (मिश्रकात) घालावे.

(३) मिश्रक थांबवावा. मध्यम वेग (२८५ ± १० फेरे/मि.) द्यावा आणि ३० सेंकदपर्यंत मिश्रण करावे.

(४) मिश्रक थांबवावा आणि १$\frac{1}{2}$ मिनिटे चुना तसाच राहू द्यावा. ह्या कालांतराच्या पहिल्या १५ सेकंदात कटोऱ्याच्या बाजूवर जर काही चुना जमला असेल तर तो जलदी खरवडून वाट्यात टाकावा नंतर ह्या कालांतराच्या उरलेल्या वेळात कटोरीवर झाकण घालावे.

(५) मध्यम वेगाने (२८५ ± १० फेरे/मि.) १ मिनिटापर्यंत मिश्रण करून ती क्रिया पुरी करावी.

नमुने ओतणे :– २$\frac{7}{8}$ ± $\frac{1}{16}$ इंच आंतला व्यास आणि $\frac{3}{4}$ ± $\frac{1}{16}$ इंच आतली उंची असलेल्या नळकांड्याच्या आकाराच्या डबड्याचे सांचे करावेत. सारख्या खोलीच्या चार थरांत प्रत्येक सांचा भरावा. $\frac{3}{8}$ पौंड वजनाच्या आणि १ इंच व्यासाचा सपाट दर्शनी भाग असलेल्या धातूच्या दंडाने प्रत्येक थरावर २५ वेळा ठोके मारावेत. नमुना एकसारखा होईल अशी खात्री होण्याइतक्या जोराने ठोके मारावेत. नमुने ओतून झाल्यावर लगेच हवा आणि पाणी आत जाऊ शकणार नाही अशी डबड्याची मोहोरबंदी करावी.

(ई) **साठवण** – सांच्यातील नमुने २३° ± १.७°C (७३.४ ± ३°F) तपमानात २४ तासपर्यंत आणि नंतर ६ दिवस पर्यंत ५५° ± १.७°C (१३१° ± ३°F) तपमानात चाचणीच्या वेळेपूर्वी ४ तासांपर्यंत साठवणीत ठेवावे. चांचणीच्या वेळी नमुने २३° ± १.७°C (७३° ± ३°F) तपमाना इतके थंड करावे.

(उ) **चांचणी** – चांचणी करण्यापूर्वी $\frac{1}{2}$ ते १ तासाच्या आंत नमुने काळजीपूर्वक उघडे करावेत आणि त्यांच्यावर गंधकाच्या संमिश्रणाच्या टोप्या घालाव्यात. उघडे केल्यानंतर टोपी घालण्याच्या वेळच्या खेरीज करून ते दमट ठेवावेत. दर मिनिटाला दर चौ. इं. स १०० ते ५०० पौंडाच्या प्रमाणात भारण करून नमुने फोडावेत. नळकांड्याच्या अनुप्रस्थ छेदाच्या क्षेत्रफळावरून दर चौ. इंचास पौंडात संपीडन शक्ती संगणित करावी. त्याच नमुन्यातून तयार केलेल्या आणि त्याच आयूच्या सर्व चांचणी नमुन्यांच्या सरासरी शक्तीच्या मूल्यापासुन १५ टक्क्यापेक्षा शक्तीत जास्त फरक असणारे नमुने संपीडक शक्ती निश्चित करण्याकरिता विचारात घेऊ नयेत.

(७) चुन्याच्या दंडाच्या शुष्कन संकुचन शक्तीतील फरक फक्त पोर्टलंड सिमेंट असलेल्या तीन चुन्याच्या दंडाच्या शुष्कन संकुचनाच्या सरासरी टक्केवारीची सिमेंटच्या काही अंशाच्या बदली पोझोलान घालून तयार केलेल्या चुन्याच्या तीन दंडांच्या शुष्कन संकुचनाच्या सरासरी टक्केवारीशी तुलना करण्यात येते.

या पदसंज्ञेचा परिच्छेद (अ पासुन ई पर्यंत) अनुसरून नियंत्रक आणि चांचणी चुने तयार करावेत. त्याच वाट्यातील ६ संपीडन शक्तीच्या ठोकळ्यांच्याप्रमाणे ३ शुष्कन संकुचन दंडाकरिता चुना तयार करता यावा म्हणून हवे असेल तर वाट्याचा आकार परिच्छेद ५ (आ), ६० टक्क्यांनी वाढवावा.

(अ) **उपकरण** – परिच्छेद२, ए. एस. टी. एम पदसंज्ञा C १५७ पहा.

(आ) **नमुने ओतणे** – परिच्छेद ५ (अ) ए. एस. टी. एम पदसंज्ञा C १५७ पहा.

(इ) **मुरवण आणि लांबीचे मापन** – परिच्छेद २४ ए. एस. टी. एम पदसंज्ञा C ३११ पहा.

(ई) **शुष्कन संकुचनाच्या टक्केवारीचे गणन** – परिच्छेद २५ (अ) ए. एस. टी. एम. पदसंज्ञा C ३११ पहा.

(उ) **चुन्याच्या दंडांच्या शुष्कन संकुचनाच्या फरकाचे गणन**– खालील सूत्रावरून शुष्कन संकुचनातील फरक निर्धारित करण्यात येतो.

$$S = St - Sc$$

येथे S = शुष्कन संकुचनातील प्रतिशत् फरक.

Sc = नियंत्रक दंडाचे सरासरी प्रतिशत् शुष्कन संकुचन आणि

St = चांचणी दंडाचे सरासरी प्रतिशत् शुष्कन संकुचन; निकटच्या ०.०१ इतकी S ची नोंद करावी.

८. **पाण्याची गरज** – खालील सूत्र लागू करून पाण्याची गरज निश्चित करण्यात येते.

$$\text{पाण्याची गरज} = \frac{y}{X} \times १००$$

येथे X = १०० ते ११५ (नियंत्रक मिश्रण) प्रवाहाकरिता मि. लिटर पाणी आणि

y = १०० ते ११५ (चांचणी मिश्रण) प्रवाहाकरिता या पदसंज्ञेतील ५ (आ) प्रमाणे पूर्वी निश्चित केलेले मि. लिटर पाणी

९. **विशिष्ट गुरुत्व** – सूक्ष्मता आणि संपीडन शक्तीकरिता करण्यात येणाऱ्या चांचण्यात लागणारे पोझोलानचे गुरुत्व आणि संपीडन शक्तीच्या चांचण्यात लागणारे सिमेंटचे विशिष्ट गुरुत्व, संघीय चाचणी पद्धति मानक क्र. १५८a, पद्धति २६०.१ ला अनुसरून निश्चित करावे.

संरचना आणि भारी कॉंक्रीटकरता वापरण्यात येणाऱ्या जलघटी पक्वता विलंबी द्रव्यांच्या चांचणीची पद्धत आणि स्वीकृती

पदसंज्ञा ४१

१. **व्याख्या** – जलघटी पक्वता – विलंबी द्रव्य हे असे असते की जेव्हा कॉंक्रीटमध्ये संमिश्रण म्हणून ते वापरण्यात येते तेव्हा:

(अ) दिलेल्या संघनतेचे आणि संपीडन शक्ती असलेले कॉंक्रीट तयार करण्याकरिता तशाच प्रकारच्या पण द्रव्य न घातलेल्या कॉंक्रीटच्या मिश्रणात पाण्याची व सिमेंटी द्रव्याची जी राशि लागते त्यापेक्षा हे द्रव्य घातल्याने पाणि आणि सिमेंटी द्रव्ये कमी लागतात.

(आ) ५०°F तपमानात २४ तास मुरवण केल्यानंतर संपीडक शक्ती कमी होऊ न देता कॉंक्रीटचा पक्वता काल विलंबित होतो.

२. द्रव्ये -- जलघटी पक्वता विलंबी द्रव्य खालील दोन प्रकारच्या पैकी एक असावे

(अ) लिग्नॉसल्फॉनिक अम्ले आणि त्यांची लवणे

(आ) हायड्रॉक्सिलेटेड कॅर्बाक्सिलिक अम्ले आणि त्यांची लवणे.

३. **कार्याच्या गरजा** -- कॉंक्रीटच्या चांचणी मिश्रणांच्या मालिकेत वापरली असताना संमिश्रणाच्या विनिर्दिष्ट गरजांशी जुळतील अशा तऱ्हेने दोन्हीपैकी एका प्रकाराचे कार्य निश्चित करावे आणि संमिश्रण न केलेल्या तेच द्रव्य असलेल्या संदर्भ कॉंक्रीट मिश्रणाच्या निष्कर्षाशी तुलना करावी. परिच्छेद ४ व ५ मध्ये विहित केलेल्या पद्धतीने चांचणी मिश्रणे तयार करण्यात येतात. चांचण्यांच्या मालिकेत आणि संदर्भ कॉंक्रीट मिश्रणात वापरलेले सिमेंट, पोझोलान मिलावे आणि कोणचेही वायुधारक द्रव्य त्याच मूलस्थानातून आणि पाठवणीतून घेतलेले असावे. ही द्रव्ये संबंधित संरचना विनिर्देशात अनुबद्ध केलेल्या द्रव्याच्या गरजा पुऱ्या करतील आणि कामावर वापरण्यात येणाऱ्या द्रव्याचे प्रातिनिधित्व करतील अशी असावी.

पदसंज्ञा २७ व २८ ला अनुसरून कॉंक्रीटच्या मिश्रणाची द्रव्ये तयार करावी, त्यांचे वजन करावे आणि मिश्रण करावे. लागतील त्याप्रमाणे जलघटी पक्वता विलंबी द्रव्य आणि वायुधारक द्रव्य एकत्रितपणे वापरून लागणारी धारित वायूची राशि प्राप्त करता येईल मात्र जलघटी पक्वता विलंबी द्रव्याचाच वापर करून धारित केलेला वायू एकूण लागणाऱ्या वायु अंशाच्या ८० टक्यापेक्षा जास्त असता कामा नये.

संरचना कॉंक्रीटचे चांचणी मिश्रण

(अ) **प्रतवारी** -- संदर्भ कॉंक्रीट आणि संमिश्रण असलेले कॉंक्रीट या दोन्हीतील वाळू आणि भरड मिलाव्याची प्रतवारी एकच असावी आणि खालील मर्यादांच्याशी अनुरूप असावी

भरड मिलावा

चाळणीचा आकार, इंच	व्यक्तिगत अंशभागाची टक्केवारी
$\frac{3}{4}$ ते १$\frac{1}{2}$	४० ते ५५
$\frac{3}{8}$ ते $\frac{3}{4}$	३० ते ३५
क्र. ४ ते $\frac{3}{8}$	१५ ते २५

वाळू

क्र. ४	० ते ५
क्र. ८	५ ते १५
क्र. १६	१० ते २५
क्र. ३०	१० ते ३०
क्र. ५०	१५ ते ३५
क्र १००	१२ ते २०
पॅन	३ ते ७

(आ) **चांचणी मिश्रणे** – चांचणी मिश्रणे खालील प्रमाणे असावीत.

१. **सिमेंटचा अंश** – संदर्भ मिश्रणांच्याकरिता जलघटी पक्वता विलंबी द्रव्य नसलेले द. घ. यार्डास पाचशे सतरा पौंडाचे (५$\frac{1}{2}$ पोती) काँक्रीट. मिश्रणांच्याकरिता जलघटी पक्वता विलंबी द्रव्य असलेले चारशे सत्तर पौंडाचे (५ पोती) काँक्रीट.

२ **जलघटी पक्वता विलंबी द्रव्याच्या मात्रा** – घन स्फटिकीय लिग्निनची वजनाने सिमेंटच्या ०. २७ ते ०. ३७ टक्के मात्रा. लिग्नोसल्फॉनिक अम्लाचा प्रकाराच्या जलघटी पक्वता विलंबी द्रव्याकरता आणि हायड्रोक्सिलेटेड कॅर्बाक्सिलिक अम्लाच्या प्रकाराच्या जलघटी पक्वता विलंबी द्रव्याकरिता सिमेंटच्या वजनाच्या ०.२५ ते ०.५० टक्के द्रव्याची मात्रा वापरून, परिच्छेद ६ (इ) त रूपरेखित केलेल्या विलंबनाच्या मर्यादांचे उल्लंघन न होता, परिच्छेद ६ (अ) प्रमाणे लागणाऱ्या पाण्याच्या गरजेत घट करता येईल. नक्की मात्रा ठरविण्याकरिता चांचणी मिश्रणे केली पाहिजेत.

३. **धारित वायू** – ५ ± $\frac{1}{2}$ टक्का (पदसंज्ञा २३ व २४)

४. **अवपात** – ३ ± $\frac{1}{2}$ इंच (पदसंज्ञा २२)

५. वाळूची घनराशि अधिक भरड मिलावा यांच्या टक्केवारीत अभिव्यक्त केलेला वाळूचा अंश, प्रकरण III मध्ये रूपरेखित केल्याप्रमाणे चांचणी मिश्रकांच्या मालिकेवरून निश्चित करावा. तथापि वाळूची निवडलेली टक्केवारी ३० टक्क्यापेक्षा कमी आणि ३६ टक्क्यापेक्षा जास्त असू नये. संदर्भ मिश्रणाकरिता चांचणी मिश्रणावरून निश्चित केलेल्या वाळूच्या अनुकूलतम राशीची संमिश्रण असलेल्या काँक्रीटमध्ये १ टक्क्याने वाढ करण्यात येईल.

६. **तपमान** – मिश्रणांचे सरासरी तपमान प्रस्त्रावित करण्याच्या वेळी ७३.४° ± ३°F असावे.

(५) भारी काँक्रीटचे चांचणी मिश्रण

(अ) **प्रतवारी** – वाळूची प्रतवारी संरचना काँक्रीटच्या चांचणी मिश्रणाप्रमाणेच असावी. भरड मिलाव्याची प्रतवारी, संदर्भ आणि संमिश्रण या दोन्हीच्या काँक्रीट सारखीच असावी. आणि ती खालील मर्यादांत रहावी.

चांचणीचा आकार, इंच	व्यक्तिगत अंशभागाची टक्केवारी
३ ते ४$\frac{1}{2}$ अगर ३ ते ६ } विनिर्दिष्ट केले जाईल त्या प्रमाणे	२० ते ३५
१$\frac{1}{2}$ ते ३	२० ते ३२
$\frac{3}{4}$ ते १$\frac{1}{2}$	२० ते ३०
$\frac{3}{8}$ ते $\frac{3}{4}$	१२ ते २०
क्र. ४ ते $\frac{3}{8}$	८ ते १५

(आ) **चांचणी मिश्रण** – खालीलप्रमाणे चांचणी मिश्रण असावे.

१ **सिमेंटी द्रव्याचा अंश** – संदर्भ मिश्रणाच्याकरिता जलघटी पक्वता विलंबी द्रव्य नसलेले दर घ. यार्ड कॉंक्रीटला तीन पूर्णांक एक चतुर्थांश पोती (३०६ पौंड), जलघटी-पक्वता विलंबी द्रव्य असलेल्या मिश्रणाकरिता द. घ. यार्ड कॉंक्रीटला ३ पोती (२८२ पौंड). कामावर जर पोझोलान वापरावयाचे असेल तर सिमेंटी द्रव्याच्या घन राशीच्या $\frac{3}{3}$ पोर्टलंड सिमेंट असावे आणि $\frac{1}{3}$ पोझोलान असावे.

(२) **जलघटी पक्वता विलंबी द्रव्याची मात्रा** –
परिच्छेद ४ (आ) (२) पहा.

(३) **धारित वायू** – ३ $\pm \frac{1}{2}$ टक्के (पदसंज्ञा २३ व २४)

(४) **अवपात** – २ $\pm \frac{1}{4}$ इंच (पदसंज्ञा २२)

(५) संदर्भ मिश्रणाकरिता वाळूचा अंश, प्रकरण III प्रमाणे चांचणी मिश्रणांच्या मालिकेवरून निश्चित करावा. तथापि निवड केलेली वाळूची टक्केवारी १९ पेक्षा कमी अथवा २५ पेक्षा जास्त नसावी. संदर्भ कॉंक्रीटकरिता चांचणी मिश्रणावरून निश्चित केलेल्या वाळूच्या अनुकूलतम टक्केवारीत संमिश्रण कॉंक्रीटकरिता $\frac{1}{2}$ टक्क्यांनी वाढ करावी.

(६) **तपमान** – प्रस्तावाच्या वेळी मिश्रणांचे सरासरी तपमान ७३.४° $\pm$ ३° F असावे.

(३) **चांचण्यांचे निष्कर्ष** – जलघटी पक्वता विलंबी द्रव्याचा चाचणी मिश्रणातील अंश सिमेंटच्या वजनाच्या प्रमाणात ठेवावा अगर त्या द्रव्याची राशि खाली दिलेले निष्कर्ष प्राप्त करण्याकरिता समायोजित करावी. लिग्नोसल्फॉनिक अम्लाच्या प्रकाराच्या द्रव्या-करिता राशि उपस्थित असलेल्या घन कणांच्या वजनावर आधारित करून संगणित करावी आणि हायड्रॉक्सिलेटेड कॅर्बाक्सिलिक-प्रकाराच्या द्रव्याकरिता ती पुरवठा केलेल्या द्रव्याच्या वजनावरून संगणित करावी.

(अ) **एकक जलाशयातील घट** – एजंट असलेल्या मिश्रणातील द. घन यार्डास पौंडातील एकक जलांश संरचना कॉंक्रीटच्या संदर्भ मिश्रणातील एकक जलांशापेक्षा, किमान ६ टक्क्यांनी कमी असावा आणि भारी कॉंक्रीटपेक्षा किमान ८ टक्क्यांनी कमी असावा.

(आ) **संपीडक शक्ति** – एजंट असलेल्या कॉंक्रीटची संपीडक शक्ति, संदर्भ कॉंक्रीटची जेव्हा ६ × १२ इंची नळकांडी वापरून ३, ७, २८ आणि ९० दिवसाच्या कालानी चांचणी केली त्यावेळेच्या संपीडक शक्तीइतकी अगर त्यापेक्षा जास्त असावी. प्रत्येक कालाकरिता केलेली संरचना-कॉंक्रीटची संपीडक शक्ती, तीन ६ × १२ इंची नळकांड्यात विकसित झालेली सरासरी शक्ती असल्याचे समजण्यात येईल. ३, ७, २८ आणि ९० दिवसाच्या कालाची भारी कॉंक्रीटच्या उणे १$\frac{1}{2}$ इंच अंशभागाची संपीडन शक्ती ही ज्यात आर्द्र चाळण करून १$\frac{1}{2}$ इंचापेक्षा मोठे खडे काढावयाचे आहेत अशा ६ × १२ इंची नळकांड्यानी विकसित केलेली सरासरी शक्ती असते असे समजण्यात

येईल. २८ आणि ९० दिवसाच्या कालाची पूर्ण भारी कॉंक्रीटची संपीडक शक्ती दोन १८ × ३६ इंची नळकांड्यानी विकसित केलेली सरासरी शक्ती असल्याचे समजण्यात येईल. जलघटी पक्वता विलंबी द्रव्य असलेल्या आणि प्रारंभिक तपमान ७३.४° ± ३°F असलेल्या भारी कॉंक्रीटमधल्या भरड मिलाव्यातून १ ते १½ इंच कमाल आकाराकरिता आर्द्र चाळण केलेल्या द्रव्याच्या कॉंक्रीटच्या ओतलेल्या ६ × १२ इंची नळकांड्याची २४ तासाची संपीडक शक्ति, ५०° ± २° F तपमानात मुरवण केलेल्या आणि तयार केल्यानंतर लगेच १०० टक्के सापेक्ष आर्द्रता असलेल्या नियंत्रक मिश्रणापासून तयार केलेल्या तत्सम नमुन्याच्या शक्तीइतकी अगर त्यापेक्षा जास्त असली पाहिजे

२९ ते ३३, दोन्ही धरून, पदसंज्ञांस अनुसरून नळकांडी तयार करावी, त्यांचे मुरवण करावे, चांचणीकरिता त्यांची पूर्वतयारी करावी आणि चांचणी करावी. मात्र भारी कॉंक्रीट स्पंदन करून तीन थरात एकसारखे दृढीकृत करावे. दृढीकृत ताज्या कॉंक्रीटच्या १८ × ३६ इंची नळकांड्याच्या प्रत्यक्ष एकक वजनात संगणित केलेल्या अभिकल्पित एकक वजनापेक्षा १ टक्क्यापेक्षा जास्त फरक असू नये.

(इ) **विलंबन** – दोन्ही कॉंक्रीटमधील चुन्याचे पक्वता विलंबन अगर ताठरपणा, ए. एस. टी. एम. पदसंज्ञा C ४०३ मध्ये वर्णन केल्याप्रमाणे निश्चित करण्यात येतो. एजंट घातल्याने कॉंक्रीटच्या संमिश्रणात दर चौ. इं. स ५०० पौंड इतका प्रवेशप्रतिरोध प्राप्त होण्यास लागणारा काल किमान १ तासाने वाढू शकतो पण संदर्भ कॉंक्रीटकरिता लागणाऱ्या त्या कालाच्या पलिकडे ४ तासापेक्षा तो जास्त असू नये. दर चौ. इं, स ५०० पौंड प्रवेशप्रतिरोधक प्राप्त झाल्यानंतर ३ तासाच्या आत प्रवेशप्रतिरोधक द. चौ. इं. स किमान ४००० पौंड झाला पाहिजे.

(ई) असामान्य परिस्थिती – एजंट नसलेल्या कॉंक्रीटशी तुलना केली असता एजंट असणाऱ्या कॉंक्रीटमध्ये जलद काठिण्य, बऱ्याच प्रमाणात अवपात हानी यासारखी असामान्य लक्षणे मिश्रणक्रिया पूर्ण झाल्यानंतर ३० मिनिटे पर्यंत दिसू नयेत अगर अन्य असामान्य फरक दिसता कामा नयेत.

(उ) कामाची हमी – ह्या चाचणीच्या बरहुकूम आपला माल काम देईल अशी हमी असलेल्या प्रमाणपत्राच्या ४ प्रती पुरवठा करणाऱ्याला पुरवाव्या लागतात. जर एकापेक्षा जास्त खेपात पुरवठा केला असेल तर पहिल्या पुरवठ्या नंतरच्या पुरवठ्यांच्या सोबत पूर्वीच्या पुरवठ्यावरून प्राप्त केलेल्या परिणामाशी सुसंबद्ध असे ह्या पुरवठ्यांचेही परिणाम असतील अशा शिफारस पत्राच्या चार प्रती असल्या पाहिजेत. प्रत्यक्ष काम चालू असताना केव्हाही अगर तत्पूर्वी जरुरीप्रमाणे कॉंक्रीटच्या गुणधर्मावर एजंटाच्या होणाऱ्या परिणामाची निश्चिती करण्याकरिता त्या एजंटाची आणखी चांचणी करावी. प्रत्यक्ष बांधकामात वापरण्यात येणाऱ्या एजंटाच्या पुरवठ्यातून वरील चांचणी करताना नमुने घ्यावेत.

मिलाव्यातील हलक्या वजनाच्या कणांकरिता चांचणी. पदसंज्ञा ४२

१ व्याप्ति – आ. २०६ मध्ये लेखाचित्रीय पद्धतीने रूपरेखित केलेली ही चांचणीची पद्धत योग्य विशिष्ट गुरुत्व असलेल्या जड द्रवात अवतरण तरणी विलगनाच्या सहाय्याने मिलाव्यातील हलक्या वजनाच्या द्रव्याची टक्केवारी निश्चित करण्याची क्रियापद्धति आहे. क्र. ४ च्या चाळणीतून जाणाऱ्या आणि क्र. ८ च्या चाळणीवर राहाणाऱ्या वाळूच्या १००० ग्रॅम नमुन्याच्याकरिता आणि क्र. ४ ते ३/८ इंच व ३/४ ते १ १/२ इंच भरड मिलाव्याच्या आकार भागांच्या ५००० ग्रॅम नमुन्याच्याकरिता ही चांचणी अभिकल्पित केली आहे. जड माध्यम प्रक्रियेने निर्माण केलेल्या आर्द्र मिलाव्याच्या चांचणीचे नियंत्रण करण्याकरिता ही अत्यावशकतया वापरली जाते. नमुने चाचणीत येणाऱ्या मिलाव्याचे प्रतिनिधित्व करतील असे असावेत.

२. रासायनिक द्रव्ये –

(अ) जड द्रव – ॲसेटिलीन टेट्रा ब्रोमाईड (अंदाजी वि. गु. २९७) आणि पेट्रोलियम नाप्था [२२] (अंदाजी वि गु. ०.७६) यांचे इच्छित विशिष्ट गुरुत्व प्राप्त होईल. (टीप १) अशा प्रमाणात केलेल्या मिश्रणापासून जड द्रव बनविलेले असते.

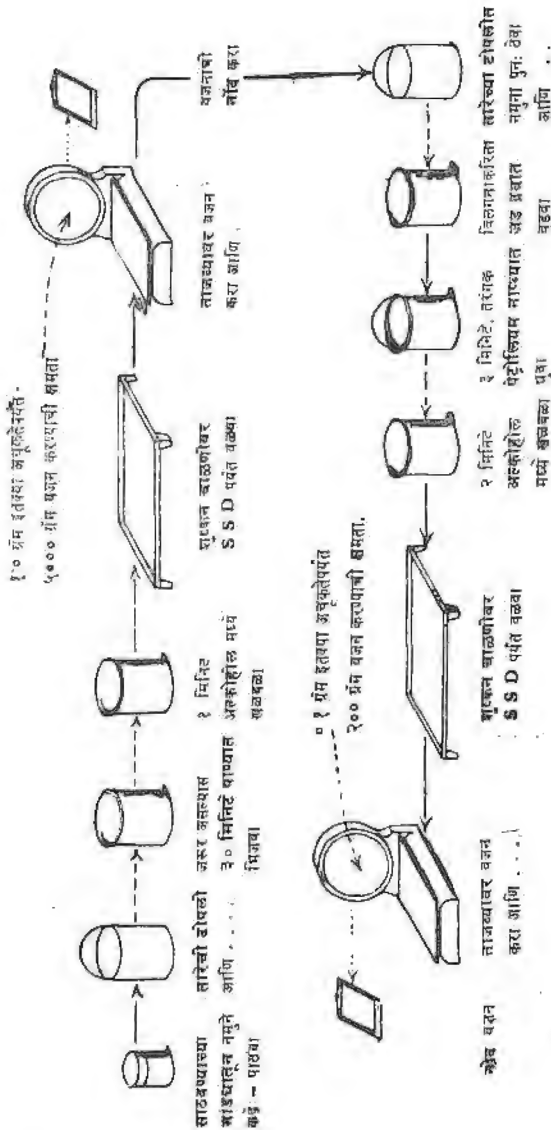
ह्या चांचणीत वापरलेल्या द्रवांच्या बाष्पनाचे भिन्न भिन्न वेग असतात आणि त्यामुळे द्रव मिश्रणाच्या विशिष्ट गुरुत्वात प्रगामी परिवर्तन निर्माण होते म्हणून मिश्रणाच्या विशिष्ट गुरुत्वाची मधून मधून तपासणी आणि समायोजन करावे लागते.

(आ) अल्कोहोल – हलक्या वजनाच्या मिलाव्याच्या अंशभागांच्या क्षालनाकरिता वापरण्यात येणारे अल्कोहोल आंतरिक महसूल कार्यालयाच्या विनियम क्र. ३ चे परिशिष्ट

---

(२२) परक्लोरो थायलीन (वि. गु. सुमारे १.६३) सारखे अन्य द्रव ह्या चाचणीकरिता उपयुक्त असतात पण ते जास्त विषमय, अधिक बाष्पशील आणि कमी स्थिर असतात.

टीप १ – इशारा–चांचणीकरिता कधी कधी वापरलेले ॲसेटिलीन टेट्रा ब्रोमाइड आणि अन्य द्रव त्वचेतुन अवशोषल्यास आणि आत श्वासाने घेतल्यास उच्च प्रमाणात विषमय असतात. उत्तम प्रकारे हवा खेळती आहे अशा जागेवर अधिमानतः बुरखा घेऊन चांचण्या कराव्यात आणि त्यावेळी द्रवाचा त्वचेशी संपर्क होणार नाही अगर त्यांच्या वाफांचे अंतर्श्वसन होणार नाही याची काळजी घ्यावी. रबरी हातमोजे, रबरी अंचल आणि काळ्या चश्म्यासारख्या संरक्षक वस्तू वापरण्याचा सल्ला देण्यात येतो.



सूत्र :-

$$\% \text{ तरंगण} = \frac{\text{तरंगकाचे SSD वजन}}{\text{नमुन्याचे SSD वजन}} = \times १००$$

टीप : नमुन्यातील हलक्या वजनाचे कण हे तरंगक आहेत
SSD = संपृक्त पृष्ठशुष्क

मुद्रालेख
—————→ नमुना
- - - - - → टोपलीतील नमुना
——- - → टोपलीतील तरंगक.

टीप :– वरील आकृतीतील " वळवा " या शब्दाऐवजी " वाळवा " असे वाचावे.

आ. २०६
मिलाव्यातील हलक्या वजनाच्या तुकड्यांच्या विलगनाचा प्रवाह आरेख.

288 – D – 2677

आणि सूत्र १, १२A, २८A, अगर ३०, विनिमय क्र. ३० याना अनुरूप असे विकृत केलेले अल्कोहोल असावे. हे दस्तऐवज अधीक्षक अभियंता, दस्तऐवज, वाशिंग्टन डी. सी. यांच्याकडून प्राप्त करावेत.

३. उपकरणे – (अ) चांचणी पात्रे –

१. वाळू – प्रत्येकी अंदाजी ५ इंच व्यासाची पाच २ लिटर स्टेन्लेस स्टील चंचुपात्रे आणि १० क्रमांकाच्या जाळीच्या टोपल्या. ह्या टोपल्या चंचुपात्रात न अडकता सहज बसतील अशा असाव्यात.

२. भरड मिलावा – १२ क्वार्ट क्षमतेची गंजरहित, प्रत्येकी अंदाजे १० इंच व्यासाची पांच चंचुपात्रे आणि चांगल्या रीतीने घट्ट आत बसणाऱ्या वेंडूसह दोन क्र. १० च्या तारेच्या जाळीच्या टोपल्या. बेलसह या टोपल्या चंचुपात्रात न अडकता सहज बसतील अशा असाव्यात.

(आ) चाळण्या – क्र. १० च्या जाळीच्या बशीच्या आकाराच्या तारेच्या वाळू करिता २ इंच व्यासाच्या आणि भरड मिलाव्याकरिता ४ इंच व्यासाच्या, अशा २ चाळण्या दोन्हीही चाळण्याना मुठी बसविलेल्या असाव्यात.

(इ) विशिष्ट गुरुत्व मापन उपकरण – ०.०१ इतके अचूक द्रव्यमापी आणि जड द्रव अल्कोहोल आणि पेट्रोलियम नाप्था यांचे विशिष्ट गुरुत्व निश्चित करण्यास सोयीस्कर असावेत. द्रवमापी मापनाकरिता पुरेशा आकाराची द्रवमापी पात्रे.

(ई) ताजवे – १ ग्रॅम इतके अचूक वजन करू शकेल असा ५००० ग्रॅम वजन क्षमतेचा ताजवा आणि ०.१ ग्रॅम इतके अचूक वजन करू शकेल असा २०० ग्रॅम वजन क्षमतेचा ताजवा.

(उ) शुष्कन चाळणी – एक १० इंच जाळीच्या तारेचे १८ × ३६ इंची आणि १ इंच खोल असलेले तबक– त्याला पाय असावेत.

(४) नमुन्यांची पुर्वतयारी – क्र. ४ च्या चाळणीतून जाणाऱ्या आणि क्र. ८ च्या चाळणीवर राहणाऱ्या अंदाजी १००० ग्रॅम वाळूचे प्रातिनिधिक नमुने प्राप्त करावेत आणि क्र. ४ ते $\frac{३}{४}$ इंच व $\frac{३}{४}$ ते १$\frac{१}{२}$ इंच अशा भरड मिलाव्याच्या अंशभागांचे प्रत्येकी वजन अदमासे ५००० ग्रॅम नमुने प्राप्त करावेत. दूषित करणारी द्रव्ये जरुरीप्रमाणे धुवून काढून टाकावीत.

(५) चांचणीची क्रियापद्धति – (अ) विलगन – योग्य त्या टोपलीत नमुने ठेवा आणि नमुन्यांसह टोपली पाण्यात ३० मिनिटे भिजू द्या. (नमुना जर आधीच संपृक्त

असेल तर भिजविण्याची जरूरी लागत नाही. नमुन्यासह टोपली बाहेर काढा आणि १ मिनिटपर्यंत निथळा. नमुन्यासह टोपली अल्कोहोलमध्ये ठेवा. (टीप २). टोपली ऊर्ध्व दिशेने १ मिनिटपर्यंत पुढे मागे करून नमुना हलवा. नमुन्यासह टोपली बाहेर काढा आणि अतिरिक्त अल्कोहोल निथळून टाका. टोपलीमधून शुष्कन चाळणीवर नमुना नेऊन ठेवा आणि एक कणाच्या जाडीच्या थरात पसरा. नमुना संपृक्त पृष्ठशुष्क अवस्थेपर्यंत कोरडा करा. जेव्हा कणांच्या पृष्ठभागावर मुक्त द्रव अस्तित्वात नसतो तेव्हा संपृक्त पृष्ठ-शुष्क अवस्था निर्माण झालेली असते (टीप ३). पंखा वापरून ह्या अवस्थेप्रत पोहोचण्याचा शुष्कन काल कमी करावा. संपृक्त शुष्कपृष्ठ नमुन्याचे वजन करा आणि त्या वजनाची नोंद करा. नमुना तारेच्या टोपलीत ठेवा आणि जड द्रवात बुडवा. (टीप २)

९ सेकंदापर्यंत जोर जोराने नमुना ढवळा, खळबळ शमण्याकरिता १५ सेकंदे जाऊ द्यावीत आणि लागलीच पृष्ठभागावर तरंगणारे कण काढून टाका. जड द्रवाच्या पृष्ठ-भागावर तरंगणारे मिलाव्याचे कण काढून टाकण्यास पुरेल इतकेच काम असावे. खाली द्रवात विक्षोभ होईल असे अनुचित प्रवाह निर्माण होऊ न देण्याची काळजी घ्यावी. कण काढल्यानंतर गाळण्यातून अतिरिक्त जड द्रव परत चंचुपात्रात निथळू द्यावे.

काढलेले तरण द्रव्य योग्य त्या टोपलीत नेऊन टाकावे. ढवळणे आणि गाळणे या क्रिया, सर्व हलके द्रव्य काढून टोपलीत नेऊन टाकेपर्यंत पुनः पुनः कराव्यात. जड द्रवात नमुना बुडविल्यानंतर ५ मिनिटांच्या आत गाळण पुरे करावे.

(आ) नीटनेटके करणे – तरण द्रव्य असलेली टोपली, पेट्रोलियम नाप्था (टीप २) असलेल्या चंचुपात्रात बुडवावी. नाप्थ्याच्या चंचुपात्रातील तरण द्रव्य, टोपली उर्ध्व दिशेने ३ मिनिटे हालवून घुसळा. चंचुपात्रातून टोपली बाहेर काढा आणि अतिरिक्त नाप्था १ मिनिटपर्यंत निथळा. पेट्रोलियम नाप्था आणि अल्कोहोल क्षालन द्रव, अतिशय दूषितीकरण होऊ नये म्हणून (चांचणीच्या परिस्थित्यनुरूप १२ ते १५ चांचण्या केल्यानंतर) मधून मधून बदलावेत. केलेले द्रव शुष्कन चाळण्यावर नेऊन टाकावे आणि पूर्वीप्रमाणे संपृक्त शुष्क अवस्थेइतके सुकवावे व त्याचे वजन करून वजनाची नोंद करावी.

टीप (२) – अंदाजे १·५ लिटर द्रव्य असलेल्या २ लिटर क्षमतेच्या चंचुपात्रात वाळूची टोपली ठेवा आणि अंदाजे २ गॅलन द्रव असलेल्या १२– क्वार्ट क्षमतेच्या चंचुपात्रात भरड मिलावा ठेवा.

३. इशारा – जड द्रवात ठेवण्याच्या वेळी वाळूच्या नमुन्यात कोणतेही मुक्तद्रव नसल्याची खात्री राहण्याकरिता काळजी घेतली पाहिजे कारण जड वजनाच्या कणाच्या भोवतालच्या द्रव पटलामुळे कण तरंगू लागतो.

६. **संगणने** – नमुन्यातील तरण द्रव्याची टक्केवारी खालील सूत्राने निश्चित करण्यात येते.

$$\text{प्रतिशत् तरणद्रव्य} = \frac{(\text{तरण द्रव्याचे संपृक्त पृष्ठशुष्क वजन})}{(\text{नमुन्याचे एकूण संपृक्त पृष्ठशुष्क वजन})} \times १००$$

बांधकामाच्या घटकांच्याकरिता सापेक्ष आर्द्रता चांचण्या

पदसंज्ञा ४३

१. **सामान्य चर्चा** – भितीतील आर्द्रता संकुचन कमी करून काँक्रीटच्या भितीचे चिराळणे कमी करता येते. हे करण्याकरिता बांधकामाचे घटक, भितीत घालण्यापूर्वी, पुरेशा प्रमाणात सुकवून त्यांचे पूर्वसंकुचन करावे लागते. आवश्यक असणाऱ्या शुष्कनाच्या मात्रेत फरक पडू शकतो परंतु कोणत्याही दिलेल्या स्थानाकरिता त्या स्थानातील बाहेरील हवेच्या सरासरी वार्षिक सापेक्ष आर्द्रतेशी जुळणारी हवा–शुष्क अवस्था काँक्रीटमध्ये असावी लागते. हे तत्व मिलाव्याचा प्रकार अगर वापरलेली मुरवणाची पद्धत यांचा विचार न करता सर्व प्रकारच्या काँक्रीटच्या बांधकामातील घटकांना लागू असते.

काँक्रीटच्या ठोकळ्यातील अनुज्ञेय आर्द्रतांशाची निश्चिती करण्याकरिता अनेक वर्षे वापरली गेलेली चांचणी स्थानीय हवामानाच्या तुलनेने काँक्रीटच्या आर्द्र अवस्थेचे महत्वपूर्ण आणि वास्तविक दिग्दर्शन करण्यास अपयशी ठरली आहे. ह्या उणीवेवर सापेक्ष आर्द्रता पद्धतीने[२३] मात करता येते कारण हवामानाच्या परिस्थितीला नंतर अनावृत्त परि–स्थितीत काँक्रीटच्या ठोकळ्यांच्या शुष्कन संकुचनाची शुष्कतेची अवस्था आणि संभाव्यता यांचे खात्रीलायक दिग्दर्शन सुमारे २० ते ६० मिनिटात होते.

परिचालनाच्या सुलभतेखेरीज हे उपकरण (आर्द्रतामापी) अचूकतेकरताही सहज समापनित करता येते आणि तपासता येते व बहुविध परिस्थितीत वापरता येते. उदाहरणार्थ, नमुन्याचे ठोकळे निवडल्यानंतर लगेच ठोकळ्याची आर्द्रतावस्था निश्चित करण्या–करिता ते वापरता येते अगर हवे असेल तर नंतर कोणत्याही सोयीस्कर वेळी चांचणी करता येते.

बांधकामात घालताना सर्व काँक्रीटच्या बांधकामातील घटक हवा-शुष्क अवस्थेत असावेत. पूर्ण आच्छादन केलेल्या जागी त्यांचे ढीग करून पावसापासून काळजीपूर्वक संरक्षण करावे आणि वापरात येईपर्यंत आर्द्रतेत ते उघडे राहू नयेत म्हणून पुरेशा निभारावर ते ठेवावेत. हवा-शुष्क अवस्था अशी असावी की त्यावेळी काँक्रीटच्या बांधकामाच्या घटकांची आर्द्रा–

---

२३. " दृढीभूत काँक्रीटची सापेक्ष आर्द्रतेच्या स्वरूपात आर्द्रता अवस्था निश्चित करण्याची पद्धत ". ए एस् टी एम् कार्यवाही खंड ५५ पा. १०८५.

वस्था, प्रकल्पाच्या जागेवरील नजीकच्या यू. एस्. हवामान केंद्रावर प्रस्थापित केलेल्या सरासरी वार्षिक सापेक्ष आर्द्रतेशी साम्यावस्थेत असेल.

प्रकल्पाच्या जागेवर कॉंक्रीटच्या बांधकामाचे घटक पोहोचते केल्यावर ढिगांतून प्रातिनिधिक नमुने निवडून घ्यावेत आणि सरकारी खर्चाने त्यांची हवा–शुष्क अवस्थेकरिता चांचणी करावी. जेव्हा (घटक पोहोचण्यापूर्वी) हवेची परिवात सापेक्ष आर्द्रता त्या स्थानावरील सरासरी वार्षिक सापेक्ष आर्द्रतेपेक्षा जास्त असते तेव्हा पहिली आर्द्रता दुसऱ्या आर्द्रतेपेक्षा ५ टक्के जास्त असण्यास गुंजाइश म्हणून अनुमती द्यावी. जेव्हा सापेक्ष आर्द्रतेच्या चांचणीत त्या घटकात वरील मर्यादेपेक्षा जास्त आर्द्रता असल्याचे दिसून येते तेव्हा कॉंक्रीटच्या बांधकामाचे ते घटक वापरू नयेत.

" सापेक्ष आर्द्रता पद्धतीने दृढीभूत कॉंक्रीटची आर्द्रतावस्था " ह्या ए. एस. टी. एम पदसंज्ञा C ४२७ मध्ये हवा–शुष्क अवस्थेच्या चांचणीचे वर्णन केले आहे.

२. **आर्द्रतामापीचे समापन** – पहिल्यांदा कॉंक्रीटच्या ठोकळ्यांची चांचणी करण्याकरिता हे उपकरण वापरण्यापूर्वी द्रवमापीचे समापन केले पाहिजे. नंतरसुद्धा मधूनमधून त्याचे समापन केले पाहिजे. (उपकरणाच्या अचूकतेची चांचणी करणे आणि पाठ्यांकात लागू करावयाच्या दुरुस्त्या प्रस्थापित करणे यांना समापन म्हणतात.) जर बिनचूक तपमान नियंत्रणाकरिता आणि संपूर्ण समापनाकरिता सुविधा उपलब्ध असतील तर डेन्व्हर प्रयोगशाळाकडून पुरविलेल्या विशिष्ठ प्रकारच्या संपृक्त लवण द्रवणाचा समापनाच्या उपकरणात समावेश असतो, अथवा ते उपकरण सुरवातीस डेन्व्हर प्रयोग शाळ्यात समापनित करता येते.

३. **क्रियापद्धति** – (ठोकळ्यांवरील अगर समापनाकरिता केलेल्या) प्रत्येक चांचणीच्या कालात बऱ्याप्रकारे स्थिर तपमान राखता येईल म्हणजेच खोलीच्या सरासरी तपमानाच्या ५°F मर्यादेत ते राखता येईल अशा खोलीत चांचण्या कराव्यात. अधिमानतः खोलीचे सरासरी तपमान ६५°F पेक्षा कमी आणि ८५°F पेक्षा जास्त असू नये.

चांचणीच्या सुरवातीपूर्वी उपकरण आणि कॉंक्रीटच्या ठोकळ्याचे नमुने ह्या दोन्हींचे तपमान खोलीच्या सरासरी तपमानाइतके होण्याकरिता लागणाऱ्या कालावधीत आर्द्रतेत होणाऱ्या विचरणापासून सुरक्षित रहावे म्हणून बाष्प-बंद भांड्यात ठेवावेत (अगर प्लॅस्टिकच्या आवरणात गुंडाळावे.)

खोलीमध्ये ३० इंच उंच २४ इंच रुंद आणि ४८ इंच लांबीचे एक टेबल ठेवलेले असते आणि भांड्यामधील सापेक्ष आर्द्रता आणि तपमान यांचे मापन आणि नोंद करण्यास

सुविधा मिळावी म्हणून चांचणीच्या कालात ते उपकरण त्या टेबलावर ठेवण्यात येते. टेबलाचा माथा अनावशोषी द्रव्याचा आणि सर्व बाजूंनी समतल असावा.

सहज पाहता यावे म्हणून आपल्या बैठकीवर कलंडू शकेल आणि ज्यावर वाचता येईल अशी मोठी तबकडी आणि ६० मिनिटा इतक्या इच्छित कालांतराने मापन करता येईल असे लांब सेकंद काटा आणि मिनिट काटा असलेले एक वेलायंत्र उपलब्ध असावे.

ए. एस. टी एम पदसंज्ञा C ४२७ च्या नमुना माहिती पत्रकात दाखविल्याप्रमाणे माहितीची व्यवस्थितपणे नोंद करावी आणि आरेखन करावे

□ □

निरीक्षणाच्या बाबींची संदर्भ सूचि-

कॉंक्रीटच्या निरीक्षणाच्या ६११ व्या निरीक्षण समितीने प्रसिद्ध केलेल्या ए. सी. आय्. कांक्रीटची निरीक्षण नियम पुस्तिका या प्रकाशनातून पुढील निरीक्षण तपासणी सुचि स्वीकृत केली आहे. कामाच्या बाबींच्या रोजच्या तपासणीची रूपरेखा म्हणून उपयोग करण्याचा ह्या सूचीचा उद्देश नसून विशिष्ठ विनिर्देशनांच्या गरजांच्याबरोबर सोपविण्यात येणाऱ्या व्यक्तिगत निरीक्षकाच्या बाबींच्या संदर्भ सूची विकसनाचे माध्यम व्हावे हा हेतू आहे.

सामान्य कॉंक्रीटची कामे

प्रारंभिक पूर्वतयारी.

योजना आणि विनिर्देश यांचे अध्ययन :

गरजा आणि अनुज्ञेय गुंजाईशी.

प्रदानाच्या बाबी.

अंतर्ग्रस्त असलेले मार्गाधिकार.

साधने, पद्धति आणि संघटना यांच्यासह मक्तेदाराच्या योजनांचे पुर्नविलोकन.

नोंदी ठेवणे आणि अहवाल सादर करण्याकरिता पद्धत प्रस्थापित करणे.

द्रव्ये.

मिलावे :

स्वीकार आणि नियंत्रण चांचणी मूल्यमापन श्रेणी, विशिष्ट गुरुत्व, अवशोषण, सेंद्रिय अपद्रव्ये, गाळमाती, एका खास विशिष्ट गुरुत्वापेक्षा अधिक हलक्या द्रव्याची टक्केवारी, चिकणमातीची ढेकळे, सोडियम सल्फेट निकोपपणा, लॉस एँजेलिस अपघर्षण चांचणी, गोठण आणि वितळण प्रतिरोध, क्षार मिलावा अभिक्रियाशीलता आणि शैलवर्ग विवरणात्मक वर्णन.

धुणे आणि चाळणे यांचा अंतर्भाव असलेली प्रक्रिया, साठवण आणि हाताळणी.

सिमेंट आणि / अगर पोझोलान :

तपासणी अहवाल, मिल आणि स्वीकृति चांचण्या, साठवण्याच्या सुविधा आणि संरक्षण, ओळख पटण्याकरिता लागणारी तरतूद, वापराचा कार्यक्रम.

पाणी :

उगम आणि पुरवठा, रासायनिक उपयुक्ता, गढूळपणा.

संमिश्रणे :

प्रकार, वापर, चांचण्या आणि/अगर प्रमाणपत्र देणे.

प्रबलीकरण पोलाद :

चांचण्याचे प्रमाणपत्र देणे.

आकार ओळख आणि खूण चिट्ठी अडकविणे, वाकवणे.

पृष्ठभागाची अवस्था.

दृढमूलक पाण्याच्या तोटया.

गार करण्याच्या नळ्या, मोन्या वगैरे अन्य संनिहित द्रव्य अगर साधन.

कॉंक्रीटच्या मिश्रणाचे अभिकल्पन.

चाचणी मिश्रण आणि वाटयांच्या राशी आणि उपज यांच्यासह समायोजन.

राशी, ओळख पटविणे, स्वीकृतिशीलता, एकसारखेपणा, साठवण, हाताळणी, अपशिष्ट, चाचण्याच्या कार्यक्रमासह द्रव्य नियंत्रणाच्या गरजा.

कॉंक्रीट (जागेवर) टाकण्याची पूर्वतयारी :

आखणी आणि उतार.

खुदाई आणि पाया :

खुदाईचा वर्ग, स्थान, मापे, आकार, पृष्ठभागाची पूर्वतयारी आणि निःसारण.

फर्मे :

स्थान.

पृष्ठभागाची पूर्वतयारी.

मार्गरेखानिर्धारण, सफाईच्या गुंजाइशीची मात्रा; संचलन अगर अवस्थापन.

स्थैर्य, बैठक आणि आधाराची पर्याप्तता, ताण आणि आंतरक निरीक्षक द्वारे, आकार, अंतर आणि स्थान नीटनेटके करणे.

प्रबलीकरण :

आकार, व्यास, लांबी, वाकवणे, चिरणे, दृढीमूलीकरण स्थान, संख्या, किमान निव्वळ अंतर, किमान आच्छादनस्थैर्य, तारा बसविणे, बैठकीचे आधार आणि आंतरक स्वच्छता.

खिळणांचे स्थान, स्थैर्य, स्वच्छता द्वारे.

कॉंक्रीटच्या नियंत्रण चाचण्यांच्या उपकरणाचे समापन.

तराजू आणि प्रमाणनियंत्रकाचे समापन आणि तपासणी.

मिश्रकाच्या कार्यक्षमता चाचण्या.

अखंड परिचालनाकरता तरतूद.

ऊन, पाऊस, थंड हवा यांच्याविरुद्ध उपलब्ध संरक्षण,जरूरीप्रमाणे उपसाधनासह पुरेशाप्रमाणात स्पंदन,

सफाई आणि मुरवण करण्याची साधने

कॉंक्रीटचे काम चालू असताना :

कार्यपरिस्थिति :

हवामान परिस्थितीसंबंधी पूर्वतयारी पूर्ण झाली; रात्रीच्या कामाकरता पुरेशी दिवाबत्ती; प्रमाण नियंत्रक मिश्रक, आणि (कॉंक्रीट) टाकण्याच्या

परिचालनाची पुरेशी सुगमता; सुरक्षा गरजांची पूर्तता केली; पुरेशा कामगार वर्ग.

प्रमाण नियंत्रण :

सिमेंट, मिलावा, पाणी, संमिश्रणे.

मिलाव्यातील मुक्त आर्द्रतेच्या विचरणावरील नियंत्रण; परिचालनित प्रमाण नियंत्रक साधनाचा तपासणी मिश्रक; प्रमारण कार्य व क्रम.

कॉंक्रीटच्या वाट्याची तपासणी. उपज.

मिश्रण करणे :

किमान काल, प्रमाणाबाहेर भारण.

मिश्रणाचा कार्यक्रम, मिश्रकात विलंब लागलेले वाटे.

वायुधारित कॉंक्रीट नियंत्रण :

वायुधारक द्रव्याचे अचूक मापन, कॉंक्रीटच्या वायुअंशाकरिता चांचण्या, वायु अंशाकरिता नियमन, वायुअंशाची भरपाई करण्याकरिता मिश्रणाचे समायोजन प्रमाणाबाहेर मिश्रण अगर स्पंदन करण्याचे टाळणे, आर्द्र संघनता टाळणे.

मिलाव्यातील मुक्त आर्द्रतेची भरपाई.

सघनता, निरीक्षण, कॉंक्रीटच्या नियंत्रण चांचण्या यांच्यावरील नियंत्रण, जरूरी प्रमाणे समायोजन.

परिवहन आणि हाताळणी :

पद्धत, विलगन न होणे, अतिशय अवपात हानि न होणे, कालमर्यादा.

(कॉंक्रीट) टाकणे :

एकसारखेपणा, अखंड परिचलन, संपर्क पृष्ठभागाची पूर्वतयारी, चुन्याचे आधारस्तर, उदग्र पात, फर्म्यात घालण्याची साधने, निक्षेपण झाल्यानंतर अल्प प्रवाह असणे अगर तो अजिबात नसणे, थराची खोली, निस्रवण, व्यवस्थेशीर आणि एकसारखे स्पंदन, तात्पुरते बसविलेले ताण आणि आंतरक काढून घेणे त्याज्य, ठरविलेल्या वाट्याचे निक्षेपण पाण्याखाली टाकण्यासारख्या निक्षेपणाच्या काही असारण गरजा.

दृढीकरण :

पुरेशी स्पंदनाची साधने.

विनिर्दिष्ट स्पंदन वारंवारता, पुरेसा आकार.

पुरेसे कामगार.

प्रमाणाबाहेर (स्पंदन) करावयाचे नाही.

संरचना जोड :

स्थान, पृष्ठभागाची पूर्वतयारी.

विस्तरण जोड :

जोडांचे द्रव्य, स्थान, मार्ग – रेखा निर्धारण, स्थैर्य, नंतरच्या संरचनापासून होणाऱ्या अडथळ्यापासून मुक्ती.

अरचित पृष्ठभागाची सफाई :

चुन्याचा उथळ पृष्ठीय थर, निस्रवण, प्रमाणाबाहेर काम न करणे, प्रथम तरण, पृष्ठभागाचे मार्गरेखा निर्धारण, जोराने शेवटी थापीकाम करणे, सूक्ष्म चिरा, पावसापासून संरक्षण.

रचित पृष्ठभागांची सफाई :

(जाळी पडणे, पापुद्रे सुटणे, खरबरीत ताणछिद्रे, खरबरीत फर्म्यांच्या रेषा, वाळूचे ओरखडे यांच्यासारखी) फर्मे काढून घेतल्यानंतरची परिस्थिती. जरूरीप्रमाणे स्वीकृति चाचण्यांचा कार्यक्रम.

काँक्रीट टाकून झाल्यानंतर :

खराबीपासुन संरक्षण :

धक्के, अतिभारण, खराबहोणे, वहातुक, पृष्ठभागावर तेल सांडणे.

अतिशय उच्च आणि अल्प तपमाने, शुष्कन. फर्मे काढून घेण्याचा कालावधि.

मुरवण :

पृष्ठभाग सतत ओलसर असणे, मुरवणाच्या सुरवातीची वेळ, मुरवण कालावधी. उष्णता आणि गोठणापासुन संरक्षण.

काँक्रीटच्या चांचण्या :

संघनता चांचण्या.

प्रतिशत् निर्धारित वायू.

ताज्या काँक्रीटची एकक वजन चांचणी.

तपमान.

मिश्रकाच्या कार्यक्षमतेची चांचणी.

शक्तीच्या चांचण्या :

ओतवणे, साठवण, नमुन्यांची हाताळणी (मानक परिस्थिती, क्षेत्रीय परिस्थिती) क्षेत्रीय चांचण्या, जरूर लागल्यास नमुने पॅकबंद करणे आणि पाठवून देणे. दृढीकृत काँक्रीटचे नमुने. (गाभे, तुळया)

अन्य चांचण्या.

नोंदी आणि अहवाल :

नोंदी, द्रव्ये (राशि, दर्जा आणि मूलस्थान), मिश्रणाची संगणने, प्रमाणीकरण, मिश्रणाच्या पद्धती आणि साधने, (कॉंक्रीट) टाकणे आणि मुरवणे हवामान अन्य खास बाबी.

अहवाल :-

दररोजचा, सारांशरूपाने.

दैनंदिनी.

छायाचित्रे.

विशेष प्रकारचे काम.

थंड हवामानातील कॉंक्रीट :

सीमांत तपमान आणि वेळा,

बाहेरील हवा, बंदिस्त जागा द्रव्ये.

तापन द्रव्ये, संपर्क पृष्ठभाग आणि बंदिस्त जागा

शुष्कन संवातनापासून संरक्षण.

सुरक्षा.

फर्मे काढून घेणे, अति शीघ्र शीतनापासून संरक्षण.

उष्ण हवामानात कॉंक्रीट टाकणे :

कॉंक्रीटचे तपमान खाली उतरविण्याच्या उपलब्ध पद्धती :

शीतक द्रव्ये, मिलाव्याचे पूर्वार्द्रण, बर्फ घालणे, कामावर आच्छादन घालणे, वाष्पशील शीतन.

कामाचा कार्यक्रम तयार करणे.

तयार कॉंक्रीट :

संयंत्र :

द्रव्ये, प्रमाणनियंत्रण, मिश्रकाची क्षमता आणि अवस्था, मिश्रकाच्या कार्यक्षमतेच्या चाचण्या.

कामाची जागा :

गेलेला वेळ, मिश्रकाच्या डोलाचे फेरे, संघनता आणि वायु अंशाकरिता चाचण्याशक्तीची चाचणी, तपमान, पोहोचविण्याचा कार्यक्रम, अल्पकाल वाट पहाणे. धावन जल, नियंत्रण, एकसारखा प्रस्राव, विलगन न होणे. फर्म्याकडे नेणे.

वायुवीय पद्धतीने टाकलेले कॉंक्रीट अगर चुना :

द्रव्ये (स्वीकार्यता, राशी), उपकरणांची अवस्था, प्रारंभिक मिश्रण, हवेची

राशि आणि दाब जलदाब पृष्ठभागांची पूर्वतयारी, अनुप्रयोग (जाडी, बंध, ढिलाई न पडणे, संरचन जोडाची स्वच्छता).

पृष्ठभागाची सफाई, मुरवण, चांचण्या

पंप केलेले कॉंक्रीट :

संरचनांना लागू :

पद्धति, उपकरणाची यांत्रिकी अवस्था, स्वच्छता, क्षमता आयोजन, ढवळणे, नळव्यवस्था.

मिश्रणाचे अभिकल्पन :

मिलाव्याचा कमाल आकार, प्रतिशत् वाळू, धारित वाळू, अवपात,

(कॉंक्रीट) टाकणे :

तपमान नियंत्रण पद्धति, अवपात हानीचे नियंत्रण. विलगन न होणे, दृढीकरण कॉंक्रीट पोहोचविण्याचा कार्यक्रम, मुरवण.

आधार पट्टाखालील गाराभराई :

आधाराची पूर्वतयारी, घट्ट मिश्रण, घट्ट पॅकबंदी, अंतर, फर्मे.

दाबयुक्त गाराभराई :

छिद्रे (खोली, अंतर, चोंदण्यापासुन मुक्तता). द्रव्ये (स्वीकार्यता, वापर-लेल्या राशी). सिमेंटचे साठवण आणि व्यवस्थितपणे वापर.

इंजेक्शन (क्रम, दाब, काल, प्रवेश्यतेची पूर्णता बांधकाची खराबी न होणे.) गळती, कॉंकिंग द्रव्य, उपकरणाची अवस्था.

अहवाल.

दोन थरात फरशी :

आधार थराच्या पृष्ठभागाची पूर्वतयारी, वरच्या थराकरिता, द्रव्य प्रमाण आणि संघनता. एकसारखी पट्टी मारणे, रूळाने दाबणे अगर धुमसणे, प्रथम तरण, अंतिम थापी काम, मुरवण.

टेरॅझो :

थरांची जाडी, एकसारखेपणा, मुरवण.

स्टको :

चुना, पाठीमागच्या पृष्ठभागाची पूर्वतयारी, पाठीमागच्या पृष्ठभागाशी बंधन

बांधकाम :

घटक :

शक्ति आणि अवशोषणाच्या प्रयोगशालेय चांचण्या.
आकार, रूप, आणि बळकटपणाकरिता क्षेत्रीय निरीक्षण.

संरचन :

घटकातील आर्द्रतांश, चुन्यातील आधाराचे पूर्णत्व, मार्गरेखा निर्धारण, बांधकामाच्या संहितेची पूर्णता. (चुना, भिंतीची किमान जाडी, पार्श्व आधार बंधनी थर, तुळयांचे आधार, भिंतीतील द्वारे.)

नळ : तयार करण्याची पद्धती.

द्रव्यांच्या मुरवणाच्या प्रयोगशालेय नियंत्रण चांचण्या.

घटक :

शक्ति, अवशोषण आणि जलरुद्धतेच्या प्रयोगशालेय चांचण्या,
आकार, रूप, बळकटपणा, आतील पृष्ठभागाचा गुळगुळीतपणा, प्रबलीकरण, यांचे क्षेत्रीय निरीक्षण (निवडक नमुने).
निरीक्षणाचे अहवाल.

मार्ग-रेखा निर्धारण, आधार जोड (कॉकिंग, भरणी मुरवण), पश्च-भराव, खराबीपासून संरक्षण, पूर्ण झालेल्या नळकामाच्या क्षेत्रीय चांचण्या.

ओतलेला दगड :

शक्ती आणि अवशोषणाच्या प्रयोगशालेय चांचण्या. बळकटपणा आणि एकसारखेपणा (जुळणारा नमुना) याचे क्षेत्रीय निरीक्षण.

कलाकुसरीचे कांक्रीट :

साच्यांची स्थान निश्चिती आणि सफाईदार जोडणी, चिकटू नयेत अगर डाग पडू नयेत म्हणून पृष्ठभागावर लेप देणे, मुरवण.

रंगीत काँक्रीट :

रंग द्रव्ये (अभिन्न अगर फवारलेली), जुळणारे रंग सिमेंटबरोबर अभिन्न रंगाचे संपूर्णपणे आणि घनिष्ट मिश्रण करणे, फवारलेला रंग एकसारखा लावणे आणि त्याचे समावेशन, थापीकाम आणि सफाई, मुरवण.

रंगकाम :

पृष्ठभाग स्वच्छ करणे. पृष्ठभाग उदासीन करणे, (रंग) एकसारखा लावणे पोर्टलंड सिमेंटच्या रंगाचे मुरवण.

हलक्या वजनाचे कॉंक्रीट :

हलक्या वजनाचे मिलावे (स्वीकार्यता, पूर्वाद्रण, विलगन न होणे).
गॅस कॉंक्रीट (संमिश्रणे, परिचालनाचे समयनिर्धारण).
एकक वजनाकरिता चांचणी.

भारी वजनाचे कॉंक्रीट :

भारी वजनाचे मिलावे (उपयुक्त, विशिष्ट गुरुत्व प्रकार, स्वीकृति चांचण्या) नेहमीच्या कॉंक्रीटप्रमाणेच त्याचे मिश्रण करणे आणि हाताळणी करणे, ते टाकण्यासंबंधीच्या गरजा आणि विशेषित परिस्थिती. चांचण्या.

भारी कॉंक्रीट :

टाकण्याच्या वेळा आणि प्रमाण, उच्च अगर असमान तपमान टाळणे, उभाराचे बंधन.
मिलाव्याची फूटतूट रोखणे.

पूर्व वेष्टनित कॉंक्रीट

भरड मिलावा टाकणे, रिक्ततांश, गाराभराईच्या संधनतेची बनावट आणि तिच्यावरील नियंत्रण, गाराभराईचे क्रम आणि दाब, पोकळ्या भराईची, परिपूर्तता उपकरणांची अवस्था, आपाती उपकरणे, कामातील द्रव्यांची हाताळणी आणि मापे.

वाकडे करून केलेली संरचना :

(कॉंक्रीट) ओतण्याच्या मंचाचा पृष्ठभाग – पट्टबंध भंजकातील जोड, द्रव्यबंध भंजकाचे समर्थ निर्धारण आणि एकसारखेपणा, कडेच्या फर्म्याचे मार्गरेखा निर्धारण, तळातील कोपऱ्यांच्या कॉंक्रीटचे संदाबन, स्तंभांचे जोड, (विनिर्देशित केली असल्यास) विस्तरणाकरिता तरतूद, उचलण्याच्या वेळची कॉंक्रीटची शक्ति, उत्पादन बिंदू; अतिशय ओढणे, धक्के देणे, अगर विजोड करण्याचे टाळणे.

पाण्याखालचे बांधकाम :

वाहते पाणी टाळणे, तपमान, सतत (कॉंक्रीट) टाकणे, ट्रेमी अगर बारडीने काम करणे, धावन कमीत कमी करणे, अनेक दिवसापर्यंत वाहत्या पाण्यापासून संरक्षण.

निर्वात कॉंक्रीट

लादीच्या जाडीतील घटिकरिता गुंजाइश, निर्वात स्थिती लागू करण्याकरिता समय निर्धारण आणि कालावधी, प्रक्रियेतील एकसारखेपणा, चटयांची परिस्थिती.

पूर्व प्रतिबलित कॉंक्रीट

पूर्वप्रतिबलनाच्या वेळची कॉंक्रीटची शक्ति, प्रतिबलन शिगांचे (जर निर्देश केला असेल तर) आवरण, शिगा बिनचुक बसविणे अडथळा अगर अतिघर्षण टाळणे, उच्चालकाच्या दाबाच्या सहाय्याने आणि / अगर प्रबलीकरण शिगा लांबवून तणावाचे मापन करणे, (जर निर्देश केला असेल तर) गारा-भराईची परिपूर्णता,

कॉंक्रीटच्या द्रव्ये संबंधीचे निवडक संदर्भ

बॅकस्ट्रॉम, जे. ई. बरोज आर. डब्ल्यू, मीलेझ, आर. सी. आणि वॉल्कोडॉफ व्ही. ई. " ओरिजिन, इव्हील्युशन, अँड इफेक्ट्स ऑफ अेअर व्होईड सिस्टिम इन कॉंक्रीट-भाग २, इन्फ्ल्यूएन्स टाईप अँड अमाउंट ऑफ एअर एंट्रेनिंग एजंट " प्रोसी. ए. सी. आय खंड ५५, १९५८, पाने २६१-२७२.

ब्लँक्स, आर. एफ्., " दि फ्लाय ॲश ॲज ए पोझालान " प्रोसी. सी. आय. खंड ४६, १९५०, पाने ७०१-७०७. ब्लँक्स, आर. एफ., " दि न्यूज ऑफ पोर्टलंड-पोझालान सिमेंट बाय दि ब्यूरो ऑफ रेक्लमेशन " प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ४६, १९५० पाने ८९-१०८.

ब्लँक्स, आर. एफ. आणि कॉर्डोन डब्ल्यू, ए " प्रॅक्टिसेस एक्सपीरिअन्सेस अँड टेस्ट्स वुइथ एअर एन्ट्रेनिंग एजंट्स इन मेकिंग डयूरेबल कॉंक्रीट,"

प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ४५, १९४९ पाने ४६९-४८७. ब्लँक्स, आर. एफ, आणि गिलिलँड, जे. एल. " फॉल्स सेट पोर्टलंड सिमेंट, " प्रोसी. ए. सी. आय. खंड २२, १९५१, पाने ५१७-५३२.

ब्लँक्स आर. एफ. आणि मीस्नर, एच्. एस. " दि ऍक्स्पॅन्शन टेस्ट ऍज ए मेझर ऑफ अल्कली-ॲग्रिगेट रीऍक्शन " प्रोसी. ए. सी. आय, खंड ४२, १९४६. पाने ५१७-५४०.

ब्यूअर. एछ. डब्ल्यू आणि बरोज, आर. डब्ल्यू " कोर्स ग्राउंड सिमेंट मेक्स मोअर ड्युरेबल कॉंक्रीट " प्रोसी. ए. सी, आय, खंड ४७, १९५१ पाने ३५३-३६०.

हिगिन्सन, ई. सी. आणि बॉलेस, जी. बी. "कंट्रोल टेस्टिंग फॉर सेपेरेशन ऑफ लाइट वेट मटीरीअल फॉम ॲग्रिगेट," एसटीएम बुलेटिन नं. २४३, जानेवारी १९६७ मायलेंझ, आर. सी. पेट्रॉग्राफी अँड इंजिनिअरिंग प्रॉपर्टीज ऑफ इग्निअस रॉक्स" इंजिनिअरिंग मोनोग्रॉफ नं. १, ब्युरो ऑफ रेक्लमेशन.

मायलेंझ; आर. सी. ग्रीन के. टी. आणि बेटन, ई. जे. "केमिकल टेस्ट फॉर दि रिॲक्टिव्हिटी ऑफ ॲग्रिगेट्स वुईथ सिमेंट अल्कलीज; केमिकल प्रोसेसेस इन सिमेंट ॲग्रिगेट रिॲक्शन" प्रोसी. ए. सी. आय, खंड ४४, १९४८, पाने १९३-२२१.

मिचेल, एल. जे. "थर्मल एक्स्पॅन्शन टेस्ट्स ऑफ ॲग्रिगेट," नीट सिमेंट्स अँड काँक्रीट्स प्रोसी. एएसटीएम खंड ५३, १९५३, पाने ९६३-९७७.

प्राईस, डब्ल्यू एच. "फ्लाय ॲश इन हेवी कन्स्ट्रक्शन" काँक्रीट लॅबोरेटरी रिपोर्ट नं. सी ८२८.२, ब्युरो ऑफ रेक्लमेशन, जुलै ३१, १९५६ (सिनॉप्सिस इन इलेक्ट्रिकल वर्ल्ड, खंड १४६, नं. ९, पान १७, ऑगस्ट २७, १९५६.)

प्राइस. डब्ल्यू एच, आणि कॉर्डान, डब्ल्यू ए. "टेस्ट्स ऑफ लाइट वेट ॲग्रिगेट काँक्रीट डिझाइन्ड फॉर मॉनोलिथिक कन्स्ट्रक्शन" प्रोसी एसी. आय. खंड ४६, १४९ पाने ५८१-६९०.

प्राइस डब्ल्यू. एच. आणि क्रेटसिंगर, डी. जी. "ॲग्रिगेट्स बाय ॲक्सिलरेटेड फोझिंग अँड थॉईंग ऑफ काँक्रीट" प्रोसी ए. एस. टी. एम. खंड ५१, १९५१, पा. ११०८-१११९ सॅव्हेज, जे. एल् "स्पेशल सिमेंटस फॉर मास काँक्रीट," ब्यूरो ऑफ रेक्लमेशन १९३६ पा. २३०, टटव्हिल, एल. एच. "डेव्हलपमेंटस इन मेथड्स ऑफ टेस्टिंग अँड स्पेसिफाइंग कोर्स ॲग्रिगेटस," प्रोसी. ए. सी. आय. खंड, ३९, १९४३, पाने २१-३२.

व्हॅन अल्स्टाईन, सी. बी., "मिक्सिंग वॉटर कंट्रोल बाय यूज ऑफ ए मॉइस्चर मीटर" प्रोसी. ए. सी आय खंड ५२, १९५५, पाने ३४१-३४८.

विट. एल्. पी. अँड मायलेंझ, आर. सी. "टेस्ट्स यूज्ड बाय दि ब्यूरो ऑफ रेक्लमेशन फॉर आयडेंटिफाइंग रीॲक्टिव्ह काँक्रीट ॲग्रिगेट" प्रोसी. ए. एस. टी. एम. १९४८, खंड ४८.

विट, एल. पी., मायलेंझ, आर. सी. अँड गॅट्झ ओ. जे., "इफेक्ट ऑफ कॅल्सिनेशन ऑन नॅचरल पोझोलान्स" ए. एस. टी. एम. स्पेशल टेक्निकल पब्लिकेशन नं. ९९, १९४९.

मिश्रण करणे, हाताळणे आणि (जागेवर) टाकणे.

ए. सी. आय. कमेटी ६०४, " रेकमेंडेड प्रॅक्टिस फॉर वुइंटर कॉंक्रीटिंग मेथड्स " प्रोसी. ए. सी. आय., खंड ५२, १९५६ पाने १०२५--१०४८.

ए. एस्. टी. एम्. पदसंज्ञा A ३०५ " टेंटेटिव्ह स्पेसिफिकेशन फॉर मिनिमम रिक्वायमेंटस फॉर दि डिफॉर्मेशन्स ऑफ दि डिफॉर्म्ड स्टीज बार्स फॉर कॉंक्रीट रीएन्फोर्समेंट."

बॅक्स्ट्रॉम, जे. ई; बरोज, आर. डब्ल्यू; मायलेंझ, आर. सी. आणि वॉल्कोडॉफ व्ही. ई; " ओरिजिन, इव्होल्यूशन अँड इफेक्ट्स ऑफ दि एड व्हॉइड सिस्टिम इन कॉंक्रीट -- भाग ३, इन्फ्ल्यूएन्स ऑफ वॉटर सिमेंट रेशो अँड कॉंपॅक्शन, " प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ५५, १९५८, पाने ३५९--३७६.

बर्नेट, जी. ई. आणि फाउलर, ए. एल्. " पेंटिंग एक्स्टीरिअर कॉंक्रीट सर्फेसेस वुइथ स्पेशल रेफरन्स टू प्रीट्रीट्मेंट " प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ४३, १९४७, पाने १०७७--१०८६.

बर्नेट, जी. ई. आणि स्पिड्लर एम्. आर., " इफेक्ट ऑफ टाईम ऑफ ॲप्लिकेशन ऑफ सिलिंग कांपौंड्स ऑन दि क्वॉलिटी ऑफ कॉंक्रीट," प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ४९ १९५३ पाने १९३--२००.

हिगिन्सन, ई. सी., " सम इफेक्ट्स ऑफ व्हायब्रेशन अँड हॅंड्लिंग ऑफ कॉंक्रीट कंटेनिंग एन्ट्रेन्ड एअर, " प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ४९, १९५३, पाने १--१२.

रिपन, सी. आय. " कन्स्ट्रक्शन जॉइंट क्लीनप मेथड ॲट शास्ता डॅम," प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ४०, १९४४, पाने २९३--३०४.

रिपन, सी. एम., मेथड्स ऑफ हॅंडलिंग अँड प्लेसिंग कॉंक्रीट ॲट शास्ता डॅम," प्रोसी. ए. सी. ए. सी. आय. खंड ३९, १९४३, पाने १--८.

शीडेलर, जे. जे., व्युअर एच्. डब्ल्यू., आणि चेंबर्लेन, डब्ल्यू. एच्. " एन्ट्रेन्ड एअर सिंप्लिफाइज वुइंटर क्युअरिंग, " प्रोसी. ए. सी. आय खंड ४७, १९५१ पाने ४४९--४५९.

टेसिटॉर, एफ्. आणि रोजवॉर्न, पी, " इकॉनमी थ्रू बेटर कंट्रोल ऑफ रिएन्फोर्सिंग स्टील, " प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ४७, १९५१, पाने ३३३--३४०.

टट्हिल, एल्. एच्., " काँक्रीट ऑपरेशन्स इन काँक्रीटशिप प्रोग्रॅम, " प्रोसी. ए, सी. आय. खंड ४१, १९४५, पाने १३७--१८०.

टट्हिल एल्. एच्. " इन्स्पेक्शन ऑफ मास रिलेटेड काँक्रीट कन्स्ट्रक्शन, " प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ४६, १९५०, पाने ३४९--३५९.

टट्हिल, एल्. एच्. " टनेल लायनिंग मेथड्स ऑफ काँक्रीट कंपेअर्ड, " प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ३७, १९४१, २ --४८.

टट्हिल, एल. एच्., ग्लोव्हर आर. ई. स्पेन्सर सी. एच्., आणि बिअर्स, डब्ल्यू. बी., " इन्शुलेशन फॉर प्रोटेक्शन ऑफ न्यू काँक्रीट इन वुइंटर, " प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ४८, १९५८, पाने २५३--२७२.

व्हायडल, ई. हन. आणि ब्लॅक्स आर. एफ्., " ॲब्सॉर्प्टिव्ह फॉर्म लायनिंग " प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ३८, १९४२, पाने २५३--२६८.

वॉलेस, जी. बी. " इन्शुलेशन फॅसिलिटेट्स वुइंटर क्युअरिंग " एंजिनिअरिंग मोनोग्राफ नं. २२, ब्यूरो ऑफ रेक्लमेशन, आक्टोबर १९५५.

गुणधर्म

ब्लॅक्स, आर. एफ्. आणि मीस्नर, एच्. एस्. " डिटीरिऑरेशन ऑफ काँक्रीट डॅम्स् ड्यू टू अल्कली ॲग्रिगेट रिॲक्शन " प्रोसी. ए. एस्. सी. ई. खंड १७, नं. १ जानेवारी १९४५, पाने ३--१८, १०८९--१११०.

ब्लॅक्स, आर. एफ्. मीस्नर, एच्. एस्. आणि रॉहाऊजर सी., " क्रॅकिंग इन मास काँक्रीट " प्रोसी., ए. सी. आय. खंड ३४, १९३८, पाने ४७३--४९५.

ब्लॅक्स, आर. एफ्. मीस्नर, एच्. एस्. आणि टट्हिल, एल्. एछ्., " क्युअरिंग काँक्रीट वुइथ सीलिंग कांपाउंडस, " प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ४२, १९४६, पाने ४९३--५१२.

ब्लॅक्स, आर. एफ्. व्हिडाल, ई. एन्., प्राइस, डब्ल्यू एच्., आणि रसेल. एफ्. एम्. " दि प्रॉपर्टीज ऑफ काँक्रीट मिक्सेस " प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ३६, १९४०, पाने ४३३--४७५.

ग्लोव्हर, आर. ई., " कॅल्क्यूलेशन ऑफ टेंपरेचर डिस्ट्रिब्यूशन इन ए सक्सेशन ऑफ लिफ्ट्स ड्यू टू रिलीज ऑफ केमिकल हीट, " प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ३४, १९३८, पाने १०५--११६.

ग्लोव्हर, आर. ई., " फ्लो ऑफ हीट इन डॅम्स, " प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ३१, १९३५, पाने ११३-१२४.

हिगिन्सन, ई. सी. आणि ग्लॅट्झ ओ. जे. " दि सिग्निफिकन्स ऑफ् टेस्ट्स फॉर सल्फेट रेझिस्टन्स ऑफ् कॉंक्रीट " प्रोसी. ए. एस. टी. एम्. खंड ५३, १९५३ पान ११०२.

लॉमर्न डब्ल्यू. आर. " दि थियरी ऑफ कॉंक्रीट क्रीप, " प्रोसी. ए. एस्. टी. एम्. खंड ४०, १९४०, पाने १०८२-११०२.

मॅक्कॉनेल, डी. मायलेंझ, आर. सी. हॉलंड, डब्ल्यू वाय, आणि ग्रीन के. टी. " सिमेंट ॲग्रिगेट रिॲक्शन इन कॉंक्रीट. " प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ४४, १९४८, पाने ९३-१२८.

मॅक हेन्री, डग्लस, " ए न्यू आस्पेक्ट ऑफ क्रीप अँड इट्स ॲप्लिकेशन टू डिझाइन " प्रोसी. ए. एस्. टी. एम्. खंड ४३, १९४३, पाने १०६९-१०८४.

मायस्नर, एच. एस. " क्रॉकिंग इन कॉंक्रीट ड्यू टू एक्स्पॅन्सिव्ह रिॲक्शन बिट्वीन ॲग्रिगेट अँड हाय-अल्कली सिमेंट ॲज एव्हिडन्स्ड इन पार्कर डॅम, " प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ३७, १९४१, पाने ५४९-५६८.

मायलेंझ, आर. सी. वॉल्कोडॉफ, व्ही. ई. बॅकस्ट्रॉम जे. ई., आणि बरोज आर. डब्ल्यू., " ओरिजिन. इव्होल्यूशन अँड इफेक्ट्स ऑफ दि अेअर व्हाईड सिस्टीम इन कॉंक्रीट " भाग ४, दि अेअर व्हॉईड सिस्टीम इम जॉब कॉंक्रीट, " प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ५५, १९५८, पाने ५०७-५१७.

मायलेंझ, आर. सी., वॉल्कोडॉफ. व्ही. ई., बॅकस्ट्रॉम जे. ई., आणि फ्लॅक, एच. एल. " ओरिजिन, इव्होल्यूशन अँड इफेक्ट्स ऑफ दि अेअर व्हाईड सिस्टीम इन कॉंक्रीट भाग १, एन्ट्रेन्ड एअर इन ॲन हार्डन्ड कॉंक्रीट, " प्रोसी. ए सी. आय खंड ५५, १९५८, पाने ९५-१२२.

ओरे ई. एल., आणि वॉलेस जी. बी., " स्ट्रक्चरल अँड लीन मास कॉंक्रीट ॲज ॲफेक्टेड बाय वॉटर रिडयूसिंग, सेट-रिटायडिंग एजन्टस " ए. एस. टी. एम. स्पेशल टेक्निकल पब्लिकेशन नं. २६६.

प्राईस, डब्ल्यू. एच. " इरोजन ऑफ कॉंक्रीट बाय कॅव्हिटेशन अँड सॉलिड्स इन फ्लोइंग वॉटर " प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ४३, १९४७, पान ११०९.

प्राइस डब्ल्यू. एच., " फॅक्टर्स इन्फ्ल्यूएंसिग कॉंक्रीट स्ट्रेंग्थ " प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ४७, १९५१, पाने ४१७–४३२.

प्राइस, डब्ल्यू. एच., आणि वॉलेस जी. बी., " रेझिस्टन्स ऑफ कॉंक्रीट अँड प्रोटेक्टिव्ह कोटिंग्ज टू फोर्सेस ऑफ कॅव्हिटेशन, " प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ४३, १९५० पान १०९.

राफेल, जे. एम., " दि डेव्हलपमेन्ट ऑफ स्ट्रेसेस इन शास्ता डॅम, " ट्रॅन्स. ए. एस. सी. ई. खंड ११८, १९५३, पान ५३.

रॉहाउजर, सी. " क्रॅकिंग अँड टेंपरेचर कंट्रोल ऑफ मास कॉंक्रीट, " प्रोसी ए. सी. आय. खंड ४१, १९४५ पाने ३०५--३४८.

शिडेलर, जे. जे. " कॅल्शियम क्लोराइड इन कॉंक्रीट, " प्रोसी. ए. सी आय. खंड ४८, १९५२, पाने ५३७--५५९.

शिडेलर, जे. जे. आणि चेंबर्लेन, डब्ल्यू. एच. " अर्ली स्ट्रेंग्थ ऑफ कॉंक्रीट ॲज ॲफेक्टेड बाय स्टीम क्युअरिंग टेंपरेचर्स, " प्रोसी. आय. खंड ४६, १९५० पाने २३७–२८३.

टट्हिल, एल. एच. " रेझिस्टन्स ऑफ सिमेंट टू दि करोजिव्ह ॲक्शन ऑफ सोडियम सल्फेट सोल्यूशन्स " प्रोसी. ए. सी. आय खंड ३३, १९३७ पाने ८३-१०६.

टट्हिल, एल. एच. " रेझिस्टन्स टू केमिकल ॲटॅक, " ए. एस. टी. एम. स्पेशल टेक्निकल पब्लिकेशन नं. १६९, १९५५, पान १८८.

विट, एल. पी., आणि बॅकस्ट्रॉम, जे. ई. " प्रॉपर्टीज ऑफ कॉंक्रीट मेड वुइथ बॅराइड ॲग्रिगेट्स, " प्रोसी. ए. सी. आय. खंड ५५, १९५५, पाने ६५--८८.

विट, एल. पी., आणि बॅक्स्ट्रॉम जे. ई. " सम प्रॉपर्टीज ॲफेक्टिंग दि ॲब्रेजन रेझिस्टन्स ऑफ एअर एन्ट्रेन्ड कॉंक्रीट, " प्रोसी. ए. एस. टी. एम. खंड ५१, १९५१ पाने ११४१--११५५.

-: सूचि :-

अ

अकार्बनिक	लवणे, दृढीभूत कॉंक्रीटवरील परिणाम	१०
	अडकवून राहिलेली हवा,	३८३
अतितापन,	ताज्या कॉंक्रीटचे,	२८०
अतिमिश्रज करणे		२६०
अतिवालुकामय		
मिश्रण करणे		२६०
	ने कॉंक्रीटचे पृष्ठभाग बाधित झाले	३९५
	निर्धारण	३२१
अतिमोठा आकार,	मिश्रणाचे समायोजन	१८३
अतिआर्द्र	कॉंक्रीट	१४१
अधोनाल्या,	पाये	२८६
अंतर		
	संकुचन जोड (कालव्याचे अस्तर)	३६०.
अधःस्तराची	पुर्व तयारी व संरक्षण,	२८५,३४८
अनुमति,	मक्तेदाराच्या संयंत्राला व उपकरणांना,	१९३,२२७,२५८,३०९
अन्वेषण,		
	क्षेत्रिय	
	मिलाव्याचे साठे,	८५,८७,१००,१०२
	समन्वेषण	१०४
	पुर्वेक्षण	१०३
	नमुने व अहवाल	१०१
	पाणी	६९
	प्रयोग शाळा,	
	डेन्व्हर	१२०,१३६
	क्षेत्रिय	१२०

अपक्षालन,	कॉंक्रीटचे,	९
अपघर्षण	मिलावा प्रतिरोध	५६
	चाचणी (लॉस अँजेलिस यंत्र)	१२०,५४७
	कॉंक्रीट,	१२
	फर्मे,	२९९
	भारी वजनाचे कॉंक्रीट	४५७
	मुक्तवाही सांडव्याचा पृष्ठभाग	४००
अपघर्षण,	कॉंक्रीटच्या फरशीचे,	४७६
अप्रवेश्यता,		३६
अभिलेखक,	लेखाचित्रीय	२४०
	ची तपासणी	२४०
अभिकल्पन,		
	कॉंक्रीटची मिश्रणे	१३९
	फर्मे	२९७
अभ्रक –	मिलाव्यातील,	५४,९२
अम्ले –		
	कॉंक्रीटवरील परिणाम,	९
	– ने धुणे,	३९४,४२२,४४०,४७२
अरचित पृष्ठभाग,	सफाईचे प्रकार,	३९५
	दुरुस्त्या,	४३४
अवशोषण		
	भरड मिलाव्याची चांचणी,	१२६,५२६
	वाळूची चांचणी,	५२४
अवशोषक	फर्म्यांचे अस्तर,	३८४
अवपात	(संघनलाही पहा)	५, २७१
	मिलाव्याच्या पृष्ठीय आर्द्रतेवरील परिणाम,	२७१
	कालव्याचे अस्तर,	३४५
	अंदाजित केलेले – मिश्रणाचे निरीक्षण करून	२७१
	फरशीचे आच्छादन,	४७६
	उष्ण हवेचे परिणाम,	४०८
	हलक्या वजनाचे कॉंक्रीट,	४५४
	हानि,	३१०

	मिश्रक आणि फर्म्यातील,	२७०,२७४
	दिखाऊ पक्वतेमुळे,	५४
	उच्च तपमानामुळेच फक्त,	२७४
	हाताळत असताना,	३१०
	ट्रकमध्ये मिश्रण करताना,	२६४
	कमाल शिफारसित,	५,१४१,४५४
	प्रतिस्थापन काँक्रीट,	४३१,४३२
	करता नमुने घेणे,	५०५,५४९
	निवड,	१४१,२७३
	तपमानाचा प्रभाव,	६
	चाचणी,	५,२७३,५४९
	बोगद्याचे अस्तर,	३१८
अवसादन चाचणी,	वाळू,	५३६
अवसादी	खडक,	८९
अवस्थापन	संकुचन,	१५
	घट, चुन्यातील,	४८६
अश्रेणीबद्ध	प्रतवारी, मिलाव्याची,	५८
अश्मविद्या,	मिलाव्याची,	९२
असंक्रमणी	मुरवण, (भारी मुरवण)	५७८
अस्थैतिक कंपास,	काँक्रीटमधील प्रबलीकरण – शिगा शोधून काढण्याकरिता	५०९
अस्तरे,	(कालव्याचे अस्तर, जागेवर टाकलेली अस्तरे, आतील अस्तरे, चुन्याची अस्तरे, बोगद्याचे अस्तर पहा.)	
अंतिम चाळण,		६४,२०९,२१०
अल्यूमिनमची सुकटी,		
	गारा भराईचा चुना,	४८६,४८७
	पूर्वबंधनित काँक्रीटचा चुना	४५९
	काँक्रीटची दुरस्ती,	४३३

आ

आघात	चाचणी हातोडा,	२७७
आच्छादन	फरशी (फरशीचे आच्छादन पहा)	
आडव्या	भेगांची दुरस्ती	४४१
आतली अस्तरे	पोलादी नळाकरिता – सिमेंट चुना,	४९८

आधार	व अंतरक,	३०८
आधार	सामग्री, चांचणी,	१८४
आधार	ठाकळ, प्रबलीकरणाचे आधार,	३०७,३४७
आधार	फरशीच्या आच्छादक थराकरिता,	४७२
आभासी	पक्वता, सिमेंटमधील,	५२०
आयतन	परिवर्तन,	१५,१६
	ने बाधित --	
	हवा, सिमेंट व पाण्याचे अंश,	३८
	पोझोलान,	५१
	तपमान विचरण,	१७
	औष्णिक गुणधर्म,	३२
	आर्द्रण व शुष्कन,	१६,५६
	नियंत्रण,	४३१,४८८
	धरणावर लागू केल्याप्रमाणे,	५१,८०
	चिराळणे, कॉंक्रीटचे,	१५,५६
	टिकाऊपणा, ने बाधित,	१५
	चुना,	४८६
	प्रतिबले, कॉंक्रीट मधील,	१५,५६
आयतन	प्रमाण नियंत्रण,	२२७
आयु		
	सिमेंट,	२२५
	कॉंक्रीटच्या शक्तीवरील परिणाम,	३८७
आयर्न	ऑक्साइड, सिमेंट तयार करण्यातील,	४२
आर्द्र	मुरवण,	४०१
	मोहोरबंदी संयुगांच्यासह,	४०२
आर्द्र प्रक्रिया	चाळण्या,	२०२
आर्द्र प्रक्रियाकरण	वाळू,	१९६
आर्द्र वालुक्षेपण	(नीटनेटके करणे)	२८८
आर्द्र चाळण,	कॉंक्रीट,	५०४,५०६
आर्द्रण व शुष्कन,	आयतन परिवर्तनावरील परिणाम,	१६
आर्द्रता नियंत्रण,	मुरवणाची खोली,	१७६
आर्द्रता रोध	कॉंक्रीटचा,	४००

आर्द्रतांश --
नियंत्रण, २७०
विद्युत्पद्धतीने निश्चित केलेले, २२१
अवपात, ने बाधित, २७०
चांचणी, ५२८
आंदोलक २६१
आंदोलक, आगगाडीच्या डब्यात बसविलेले, २६६
ऑब्सिडियन, ४५१,४७३
तुटक प्रकारच्या टप्प्याची घिसाई, ३९८
सवलती, ३९८
आवरण, प्रवलीकरण शिगांचे, ३०७

इ

इपॉक्सी --
क्षीजविरोधी, ४४०
लावण्याची क्रियापद्धति, ४३७
संरक्षण म्हणून, जुन्या कॉंक्रीटला, ४२१
व्याख्या केलेले, ४२१
मिश्रण करणे, ४३७
चुन्याची प्रमाणे, ४३८
पात्र काल (पॉटलाईफ) ४३७
संरक्षण आवरण, – च्या वापरासाठी, ४३७
इपॉक्सी दुरुस्त्या
मुरवण, ४३८
फर्मे, ४३७
दक्षता, वापरतेवेळची, ४३७
पूर्व तयारी, ४२०
कार्यपद्धति, इपॉक्सी वापरण्याची ४३७
बंधन माध्यम म्हणून, ४२०,४३७,४४८
चुना लावणे, ४२१,४३७,४४८

उ

उच्चगति जलद विकसित होणारे सिमेंट (प्रकार III) ४८
उच्च सिलिका सिमेंट, ४८९

उच्चगति प्रस्त्राव, बोगद्यातले अस्तर घालताना, ३२६
उच्चगति प्रवाह,
विस्थिति व अपघर्षणाकरिता सवलती, ३९८
पृष्ठभागाशी संबंध येणारा, ३२५,३९८
उणीवा, पृष्ठभाग, ३८२
उपकरणे मिलाव्याचे समन्वेषण, १०५
मिलाव्यावर प्रक्रियाकरणे, १९३
वायुवर्धक, ३२०
वायुमापी, १५२
वायुचूषण बंदूक, २८८
स्वयंचलित वजनी प्रमाणनियंत्रक, २२७
प्रमाण नियंत्रण, २२६
क्षेत्रिय, २२७
प्रयोग शालेय, ५६५
चांचणी, २३३
कालव्याचे अस्तर, ३४०,३५३
सिमेंटच्या चुन्याचे अस्तर (नळाकरिता), ४९०,४९८
तासकाम करण्याची हातोडी, ४२३
कॉंक्रीट करवत, ४२४
संघनता मापी, ३७१
परिवहन, ३०९
गाभावेधन, ५०७
गाभाफावडे, १०६
बाष्पयंत्र, द्रव, ७७,२५७
क्षेत्रीय प्रयोगशाळा, १६०
भारी माध्यम पृथक्करण, ३१८
रूमामस्तकी मोहोरबंदी द्रव्य लावणे ३६२
मिश्रण, २५८
टाकणे, ३१०
— पाण्यात ३८६
वायवीय, ३३८
उलट फिरणारे परिभ्रामी वेधन यंत्र
(मिलाव्याचे समन्वेषण) १०९

	परिभ्रामी खनित्र (मिलाव्याचे समन्वेषण)	१०९
	वालुक्षेपण,	२८८
	करवती दात्याचे बिट,	४२३
	चाळण्या	११५,५१६
	परिवहन,	३०९
	पट्टावाहक,	३१५
	बारड्या,	३१०
	गाड्या व ट्रक	३१२
	प्रवणिका,	३१५
	वायवीय,	३१६
	पंप (कॉंक्रीट)	३१७
	जलमापी	२५३
	विवर्त स्फोटन,	४७३
	मापन – तपासणे,	२३३
उभार	(घर पहा)	
उसळी,		४३५,४८१
उष्णतामापक,	आर्द्र फुग्याचा,	४०९
उष्ण	हवेतील पूर्वोपाय	
	मिश्रण,	२७९
	कॉंक्रीट टाकणे व मुरवणे	४०६
उष्णता निर्मिती,		४८,५२,८०
उष्णता जलयोजन,		८०
	सिमेंटच्या निरनिराळ्या प्रकारांचे,	४७
	आयतन परिवर्तन – ने बाधित,	१८

ए

एक सारख्या	कॉंक्रीटचे महत्व	५
	क्षेत्रिय नियंत्रणाचे माप,	२५
	खात्री मिळण्याचे उपाय,	२०५,२४४,२६६,३०८
एकक	जलांश	
	परिणाम, शुष्कन संकुचनावरील,	३८
	परिणाम, टिकाऊपणावरील,	३९

एकक वजन
मिलावा (चांचणी), १४८,५३१
मरड मिलावा, १३२
कॉंक्रीट, ३२,४१,२७७,५५२
बाधा आणणारे घटक, ३३,४१
वाळू – १३२
एकक वजन पद्धति, वायु अंश निश्चित करण्याची, ५५५

ओ

ओपल, ९५,१३३
ओपलाइन द्रव्ये, १३३

औ

औष्णिक –
विस्तरण व संकुचन गुणांक, १७,५६
संवाहकता, ३२,४१
विसरणशीलता, कॉंक्रीटची, ३२
गुणधर्म, कॉंक्रीटचे, ३२
निर्धारण, १३५
बाधणारे घटक, ३३,४४

क

कडकड आवाज होणे, १४
कमाल अनियमितता, पृष्ठभागावरील, ३८९
कमाल आकार, मिलाव्यांचा, ६३,१४६
कालव्याची अस्तरे, ३४६
कॉंक्रीटचा नळ, ३६४
कॉंक्रीटवरील परिणाम, ६३,६६
पंपिंग ६४
दुरुस्ती, ४३१
निवड, १४०
संरचनेच्या प्रकाराकरिता शिफारसित आकार, १४६
कमी खर्चाची (सुलभ केलेली) कालव्याची अस्तरे, ३५३
कमी ज्वलन, खंगराचे, ४४

कमी आकाराचे,	मिश्रणाचे समायोजन	१८३
करडे	मुरवणाचे संधुग,	४०४
कार्बोनेटेड खनीज पाणी, कॉंक्रीटवरील परिणाम,		६९
काटकसर,	ने बाधित झालेली	
	मिलावा,	५३,६९,१३४
	क्षेत्रिय नियंत्रण,	७८
कालव्याचे	अस्तर (कॉंक्रीट)	
	संकुचन जोड	३६०
	रूमामस्तकी पूरक	३६१
	चिराळणे कमी करणे,	३५२
	विस्तरण जोड,	३६३
	मिश्रण,	३४५
	टाकण्याच्या पद्धती आणि उपकरणे,	३४६
	सरक फर्मा यंत्र (मोठ्या कामारिता)	३५६
	सरक फर्मायंत्र (लहान कामारिता, सुलभ अभिकल्पना)	३५३,३६०
	काटछाट यंत्र,	३६०
	प्रबलीकरण,	३४७
	अधःस्तर,	३४७
	खाणीतल्या मिलाव्याचा वापर,	३५४
कागद –	मुरवणाकरिता	४७६
कार्यांतरित	खडक,	९७
काढून घेणे,	फर्मे,	३८६,३९२,४३३
	काळ ठरविण्याचे चांचणी नमूने,	३८७
काम	थांबविणे,	३८४
काल	उभार टाकण्याच्या दरम्यानचा,	३३२,४३२
काल,	फर्मा काढून घेण्याचा,	३८६
काल,	मिश्रण करण्याचा,	२५९
काल,	पक्वता,	४४
काटछाट	यंत्र (कालव्याचे अस्तर)	३६०
कीलबंदी	कॉंक्रीट,	४५७
कोळसा,	मिलाव्यातील,	९८

कोळशाच्या	डांबराचे आसवन, दृढीभूत सिमेंटवरील परिणाम,	९
कंकर	(मरड मिलावा व वाळूही पहा)	५३
फंकर	(चांचणी पद्धति, मिलावा पहा)	
केंद्रीय	प्रमाण नियंत्रण,	२३३
कृत्रिम	मिलावा, (हलक्या वजनाचा मिलावा पहा)	
कृत्रिम	शीतन काँक्रीटचे,	८०,४०८
कॅल्केरियस द्रव्य,	(मिलाव्यावरील लेप)	२१७
कॅल्शियमची	संयुगे (C_3S, C_2S, C_3A, व C_4AF),	४२
कॅल्शियम	सल्फेट (संगजिरे)	४२,४४
कॅल्शियम	क्लोराइड (संमिश्रण)	
	दुरुस्तीकरिता त्वरक	४३८
	ने – क्षार मिलावा प्रक्रिया बाधित झाली,	७२
	प्रमाण नियंत्रण,	२५३,२५७
	थंड हवेतील वापर,	४०८,४१७
	सल्फेट मातीतील काँक्रीटवरील परिणाम,	७२
	पूर्वप्रतिबलित पोलादावरील परिणाम,	४६३
	प्रतिबलकारी पोलादाच्या क्षरणावरील परिणाम,	३०७
	कमाल राशी,	७१
	– चा वापर,	७१
कॅलिक्स	वरमा (गाभावेधन)	५०७
कॉर्न सायरप,	काँक्रीटवरील परिणाम,	१०
कॉंक्रीट	(अधिक वैशिष्ट्यपूर्ण विषयही पहा)	
	संरचनेची आधार सामग्री,	१७८
	नियंत्रण	
	व्याख्या,	१५५
	महत्व,	७८,२६६
	टाकण्याचे,	३०८
	अहवालाचे तक्ते व वर्णन.	१७८
	व्याख्या,	१
	दर्शनी भाग,	३३१
	रुक्षता,	५
	संदाबन हातोडी, चांचणीकरिता,	२७७
	आतील,	३३१

	द्रव्ये,	१९३
	मिश्रणे,	३,३३,८८,१३९
	प्राक् शीतन,	८२
	पूर्वप्रतिबलित,	४६१
	गुणधर्म,	३,३३
	परिणाम, निरनिराळ्या घटकांचा,	३५
	गुणनियंत्रण,	२६६,२७९
	वियोजन, हानिकारक परिणाम,	७९
	निवडक, संदर्भग्रंथ – संबंधित,	६१९
कॉंक्रीटवरील खर्च	पोझोलानच्या वापराचा परिणाम,	५३
कॉंक्रीटमधील चिरा –		
	कारण,	१९
	नियंत्रण,	१६,४४,८०,८१,३६७
	काळ्याची अस्तरे,	३४९
	आडव्या चिरांची दुरुस्ती,	४४१
कॉंक्रीटचे	निक्षेपण (टाकणे पहा)	
क्लोराइडची लवणे,	चा प्रभाव,	७१
क्वार्टझाइट,		९६,९७
क्वार्ट्झ,		९२,९६

ख

खनीज	आणि अश्मशास्त्रविषयक संज्ञांची शब्दावली,	९२
खनिजे	मिलाव्यातील,	९२,९८
खनीज	रंजके,	४७८
खडक,		
	वर्गवारी,	८९
	विस्तरण व संकुचन गुणांक,	५६
	फोडलेला, मिलावा म्हणून,	५३,६५
	पाये,	२८५
	शिडया,	२०८
	पोकळ्या, कप्पे,	३२६
	खाणींचे अन्वेषण,	१०३

खडक (चालू)

	प्रक्रियाशील,	९८
	प्रकार,	९५
खराबी,		
	सिमेंट,	२२५
	दृढीभूत कॉंक्रीट;	७,१५,३२८
खाणी	दगडाच्या,	१०३
खोबणी,		
	कालव्याचे अस्तर,	३६०
	संरचन जोड,	३०२
खंगर,	सिमेंट	४२

ग

गढूळपणा	मापी –	
	सिमेंटची सूक्ष्मता चांचणी,	५०
	वॅग्नर,	५०
	जलविश्लेषण (जॅक्सन)	५८०
गढूळपणाची मर्यादा,	मिश्रण जलाकरिता,	६९
गाड्या,	कॉंक्रीट वाहून नेण्याकरिता,	३१२
गामावेधन,		५०७
गाम्याची	नमुनेदार संपीडक शक्ति	१९
गार,		९९
गाराभराई		
	यंत्राचे आधार,	४८९
	जोडांची किमान रुंदी,	८०
	चुना,	४८७
	सिमेंट,	२२६,४८७
	पक्व न होणारे प्रकार,	४८७
	अवस्थापनाला बाध आणणारे घटक	४८६
	बोगद्याचे अस्तर,	३३८
गारा	(वायवीयपद्धतीनें लावलेला चुना पहा)	
गाळमाती,	मिलाव्यातील,	५४,९६
	काढून टाकणे,	१९७
	चांचणी,	५३९

गणधर्म
मिलावे भौतिक, १२०,४५४
कॉंक्रीट,
चांचणी मिश्रण करून निश्चित केलेले, १३९
निरनिराळे घटक, बाधा आणणारे, ३३
पोझोलान, १३५
गोटे, ६७
गोठण न होऊ देणे (संरक्षणही पहा), २८०,४०८
गोठण आणि वितळण, ७,५५,१२९
गो–डेव्हिल, ३२०
गंज, प्रबलीकरण पोलादावरून काढून टाकणे, ३०६
गंजाचे डाग,
मुरवण, ३९४
प्रबलीकरण शिगांचे आधार, ३०८
गंध (आधार द्रव्य)
विस्तरण गुणांक, ५६
आयतन परिवर्तनावरील परिणाम, १४
ग्रॅनाइट, ९२
ग्ल्यूकोज, दृढीभूत कॉंक्रीटवरील परिणाम, १०

घ

घनत्वमापी चांचणी,
वाळूचे अवशोषण आणि विशिष्ट गुरुत्व, ५२४
घण चक्की, ४२

च

चर्ट्स, ९३,९८,२२०
चरे, (मिलाव्याचे समन्वेषण), १०४,११०
चार भाग नमुन्याचे पाडणे, ५०२
चाळणी–सफाई, ६४,२०९
चांचणी मिश्रण, १३९,१४८,१५२,१५४

चांचणी यंत्र - देखभाल व समापन, ५८२

चांचणी पद्धति (पदसंज्ञा [1] सह [43])

अपघर्षण (लॉस एंजेलिस) मरड मिलाव्याची, ५४७

अवशोषण –

मरड मिलावा, ५२६

वाळू, ५२४

स्वीकृति चांचणी, पोझालनकरिता, ५९५

स्वीकृति चांचणी, जलघटी पक्वता विलंबी द्रव्याकरिता ५९५

मिलावा (विशिष्ट चांचणी पहा)

ताज्या कॉंक्रीटचा अंश, ५५९

सूक्ष्मरेतीचे चुना तयार करण्याचे गुणधर्म ५४७

ताज्या कॉंक्रीटमधील वायूचा अंश, ५४०,५५६

वायु धारक द्रव्य, नमुना घेणे, ५९२

प्रयोगशाळेतील यंत्रमिश्रित कॉंक्रीटचे प्रमाण नियंत्रण ५६५

कॉंक्रीटचे निःस्रवण, ५५९

नळकांड्यावर टोपी घालणे, ५७४

सिमेंटचा अंश, ताज्या कॉंक्रीटमधील, ५५२

वाळूतील चिकणमाती व गाळमाती, ५३६

मिलाव्यातील चिकणमातीचे गोळे, ५३३

वर्णमापी चांचणी (वाळू), ५३५

कॉंक्रीटची संपीडक शक्ति (नळकांडी चांचण्या). ५७६

कॉंक्रीट (ताजे व दृढीभूत, विशेष विषय पहा)

हलक्या वजनाचे मरड मिलाव्यातील द्रव्य, ५८१

हलके, वाळूतील द्रव्य, ५३८

हलक्या वजनाचे मरड मिलाव्यातील कण (भारी मध्यम विलगन), ६००

लॉस ॲंजेलिस (अपघर्षण) चांचणी, ५४७

रूमामुस्तकी जोडपूरक, नमुना घेणे, ५९०

मिश्रकाची कार्यचांचणी, ५९१

प्रयोगशाळेतील मिश्रण, ५६५

सूक्ष्म मिलाव्याचे चुना बनविण्याचे गुणधर्म ५४४

वाळूतील सेंद्रिय अपद्रव्ये, ५३९

क्रमांक २०० च्या चाळणीमधून जाणारे, ५३७

चांचणी पद्धति (चालू)
मिलाव्याचे शैलावर्ग विवरणात्मक परीक्षण, ५१८
बांधकामाच्या गटाकरिता सापेक्ष आर्द्रता चांचणी, ६०४
वाळू (अधिक विशेष विषय पहा)
ताज्या कॉंक्रीटमधील वाळूचा अंश, ५५२
चांचणी विश्लेषण –
मरड मिलावा, ५१७
संयुक्त, सूक्ष्म व मरड, ५१८
वाळू, ५१५
मोहोरबंदी संमिश्रण, नमुना घेणे ५८७
अवसादन चांचणी, वाळू, ५३६
वाळूतील चिकणमाती व गाळमाती, ५३६
अवपात व संघनता, कॉंक्रीट, ५४९
मिलाव्याची सोडियम सल्फेट (बळकटीची) चांचणी, ५४१
माती व पाणी, नमुना घेणे, ५१३
बळकटी, मिलाव्याची (सोडियम सल्फेट) चांचणी, ५४१
विशिष्ट गुरुत्व –
मरड मिलावा, ५२६
वाळू, ५२४
शक्ति, कॉंक्रीटची संपीडक, ५७६
पृष्ठभागाची आर्द्रता, मिलाव्याच्या, ५२८
गढूळपाणी (पाणी), ५८०
एकक वजन –
मिलावा, ५३१
ताजे कॉंक्रीट, ५५२
चुन्याची विविधता (मिश्रकाचे कार्य) १५६
आयतन,
ताजे कॉंक्रीट, ५५२
दृढीभूत कॉंक्रीट, ५५६
जलांश, ताज्या कॉंक्रीटचा ५५२
जल-घटी पक्वता नियंत्रक द्रव्ये, ५९५
पाणी, गढूळपणाची चांचणी ५८०

चांचणी (चांचणीची पद्धतीही पहा)
संपीडक शक्तीला बाधा आणणारे घटक, ५७६
नळकांडे --
टोपी घालणे ५७४
मुरवण करणे, २३, १७४, २७५, ५७३, ५७६
क्षेत्रिय, मूल्य, २३
सांचे –
डबडी, २७५, ५७१
बिडाचे, ५६८
वायवीय पद्धतीने लावलेला चुना, ४८५
लागणारी संख्या, २७५
पॅकबंदी व हाताळणी, ५७३
महत्त्व, २७५
साठवण व हाताळणी ५७१
आधार सामग्री, १८४
शक्तीच्या कसोट्या, १८७
चे सांख्यिकी विश्लेषण, १८९
छिद्र्र (मिलाव्याचे निक्षेप), १०४, १०८, ११९
वेष्टनित, १०५
अनवेष्टनित, १०७
खणत्या (मिलाव्याचे) निक्षेप, १०४, १०८, ११९
पोझोलानी द्रव्ये, १३४
चर (मिलाव्याचे निक्षेप), १०४, ११७
एकक वजन, २७८, ५३१
चाळण –
विश्लेषण, ५७, ६२, ११९, २१६
मिलावा, चांचणी, ५१७
वाळू, चांचणी, ५१५
विनिर्देश मर्यादा ६३
वर्गक, २००
यांत्रिकी आंदोलक, ११३, ५१५
आकार, ५७
यू. एस्. मानक, ५८, ५१६

चिकणमाती – ९३, १३३, २१६
माजलेली, ५३
विस्तरित, ४५२
मिलाव्यातील, ५८, १००, २१६, २२०
निर्धारण – वाळूतील ५३६
निर्धारण – मिलाव्यातील ढेकळांचे, ५३६

चुना (मुक्त), सिमेंट मधील, ४४
चुनाकारक – सूक्ष्म मिलाव्याचे गुणधर्म, ५४४
चुना –
वायुमुक्त, २६०
लेप, जाडी, ४९८
विस्तरण व संकुचन गुणांक, ५६
संघनतेचे निर्धारण, ३२०, ४६०
शुष्क वेष्टन दुरुस्त्या, ४२०, ४२६
पापुद्रे ३२५
गाराभराई (गाराभराईचा चुना पहा)
आत घुसविणे (पूर्ववेष्टनित कॉंक्रीट करिता), ४६०
थर (बंधनाकरिता) ३२१, ४३१
पक्व न होणार ४८७
वायवीय पद्धतीने लावलेला, ४२१, ४३४, ४४७, ४७९
पूर्व वेष्टनित कॉंक्रीट, ४२१, ४५९
प्रतिस्थापन, दुरुस्त्यांची पद्धत, ४२०, ४२७, ४३४
वाळूची प्रतवारी, परिणाम, ६०
विशेष सफाई, ३९१
आच्छादन, उणीवा, ४६९

चुन्याची अस्तरे –
घालणे, ४९१, ४९२
व्याख्या व वापर, ४९०
जागेवर घातलेली अस्तरे, ४९२
कारखान्यांत घातलेली अस्तरे, ४९४
जाडी, ४९०, ४९८

चुकून आलेले सिमेंटमधील लोखंड, २२४

ज

जड मिलावा आणि कॉंक्रीट
मिलाव्याचे प्रकार, ४५६
बॅराइट, ४५६
लोखंडाचे पदार्थ, ४५६
खनीज पदार्थ, ४५६
खनीज धातू, ४५६
कॉंक्रीटचा प्रतिरोध – झीज व अपघर्षणाला, ४५७
व्याख्या, ४५५
जवस तेलाचे उपचार, कॉंक्रीटवरील, ४४१
जल योजित चुना, १०
जल योजन – सिमेंटचे (उष्णता निर्मिती पहा) ४४, ४९
जलीय वियोजक, १९७
जल – सिमेंट गुणोत्तर (ज / सि)
– ने कॉंक्रीटचे गुणधर्म बाधित झाले, ३४, ३८, ४०
– वरील अश्रेणिबद्ध प्रतवारीचा परिणाम, ५८
शिफारसित कमाल, १४३
निवड, १४३, ४३३, ४८२
– आतील विचरण, १५२
जल – सूक्ष्म कण – गुणोत्तर, ५६५
जलरोधक करणे, ४००, ४४१
जल–घटी पक्वता नियंत्रक द्रव्ये (संमिश्रणे पहा)
जलरोधकता –
ने बाधित झालेली
सिमेंटची सूक्ष्मता, ५०
मुरवण, १५
धारित वायू, १४,३४
जल–सिमेंट गुणोत्तर, १५,३४
नियंत्रण, २८६,३२१,४२४
टिकाऊपणा, ने बाधित, ३४

जाडी, पोलादी नळावरील चुन्याचा अस्तराची व लेपाची, ४९०,४९७
जाळी पडणे, ४४,७९
जागेवर टाकलेले चुन्याचे अस्तर, पोलादी नळाकरिता, ४९१
जाळ्या (चाळण्यापहा)
जोड, चुन्याचे अस्तर असलेला अगर लेप लावलेला नळ, ४९०
जोड, पूरक, नमुना घणे, ५९०
जोड, (शीत, संरचन, संकुचन, आणि विस्तरण जोड पहा)
जॅक्सन गढूळपणा मापी, ५८०
ज्वलन हानि, ४४

झ

झिजणे अपघर्षण –
टाळण्याच्या पद्धति, ४३९,४४३,३२८
संरचनेचे अतिप्रभाव्य भाग, ३२७
प्रतिरोध (टिकाऊपणाही पहा), ७
दाट मिश्रण, कॉंक्रीटच्या दर्शनीभागांकरिता ३३१
झीज,
अपघर्षण चांचणी (लॉस एँजलिस) ५४७
बाधा आणणारे घटक, ३४
झीज प्रतिरोधक फरशी, ४७०
झोत, (हवा–पाणी) स्वच्छ करण्याकरिता, २९५

ट

टप्प्या टप्प्यांची कॉंक्रीट टाकण्याची पद्धति, ३३१
टफ, ९७,१३४,४५१
टाकणे (कॉंक्रीट)
वायुबंदुकीचा वापर, ३३९
कालव्याचे अस्तर, ३४५
थंडहवामानातील दक्षता, ७२,२८०,४०८
स्तंभ, ३२६, ३३१
– तील संदेश पद्धति, ३०९
कॉंक्रीटचे प्रतिस्थापन. ४००
दृढीकरण जोड, (दृढीकरण पहा)
संरचन जोड, (संरचन जोड पहा)

मंद अपघाताचे कॉंक्रीट टाकण्यातील मक्तेदाराची जबाबदारी,
३०९,३२८
काळ दाखविण्याकरिता मागावर दिनांक नोंद, ३०३
निक्षेपण, ३२१
शुष्कवेष्टन (दुरुस्त्या), ४२९
सुधारण्याकरिता टिकाऊपणाच्या पद्धती, ३२८
संनिहित भाग (तपासणी), ३०८
उपकरणे, ३०८,३७८,३८६
फरशीचे आच्छादन, ४७४
फर्मे, आत घालणे, ३२१
उष्ण हवामानातील दक्षता, २७८,४०८
(कॉंक्रीट) टाकण्यापूर्वीची अंतिम तपासणी, ३०८
अधःस्तर, २९९,३३९,३४२
थर, खोली – ३३२
कॉंक्रीटचे प्रतिस्थान (दुरुस्त्या), ४३०
शुष्क वेष्टन दुरुस्त्या, ४२९
भारी कॉंक्रीट, ३२३,३३१
चुन्याचे प्रतिस्थान, ४३४
संरचना कॉंक्रीट, ३२३
भारी कॉंक्रीट, ३२१,३३१
चुन्याचे थर (बंधनाकरिता), ३२१,३३१
वायवीय पद्धति, ३१६,४८३
फर्म्यातील द्वारे, (स्थान व आकार) २९९,३४०
पूर्व बंधनित कॉंक्रीट, ४५६
पूर्व तयारी, २८५,३०८,३३०,३३६,४०८,४२२,४७२,४८०
पाऊस, आतील ३३०
वेग, ८०,३३०
प्रबलीकरण पोलाद (तपासणी) ३०५,३०८
अहवाल, १६०
– कालातील नियोजन (कारण व प्रतिबंध), ३२१
तीव्र हवामान, ४०८
सायफन, २९८,३४२
उतार, ३२६,३३९,३४२,३४८

संरचन काँक्रीट, २९५,३२५
पृष्ठभागावरील उणीवा कमी करणे, ३८२
टिकाऊपणा व दर्जावरील परिणाम, २७५
बोगद्याचे अस्तर, ३३६
वायु बंदुकीचा वापर, आतील, ३३९
स्पंदन (दृढीकरण पहा)
पाणी, आतील, ३८६

टाकया
मुरवण ६१
मिश्रण जल, २५३,२६४

टिकाऊपणा –नेबाधित झाला
मिलावा ५७
वायु अंश, ३३
क्षार–मिलावा प्रतिक्रिया, ८
सिमेंटची सूक्ष्मता, ५०
दृढीकरण, ७८
फर्मे' ५१
मिश्रण प्रमाणे, १३९
आर्द्रता विचरण ५, १२
तपमान विचरण, ५, २७८, ४१०
स्पंदन, ३६
आयतन परिवर्तन, १५,१७
जल-सिमेंट गुणोत्तर, ३६
जल-घटी पक्वता नियंत्रण द्रव्ये ७४
जलरोधकता, ७

टूफा, ९७
टेरेझो फरशी, ४७९
ट्रेटो कॅल्शियम अल्युमिनो फेराइट (C_4AF) ४२
टोपी घालणे, चांचणी नळकांड्यांना, ५७४
टॅनिक अम्ल, १०, २९८
टॅलस निक्षेप, ८७
ट्रक-
काँक्रीट वाहून नेणे ३१२

सुका वाटा, २४९,३१२

ट्रक मिश्रक व आंदोलक २६१

ट्राय कॅल्शियम अल्युमिनेट (C_3A), ४२

ट्राय कॅल्शियम सिलिकेट (C_3S) ४२

ट्रेमी, पाण्याखाली कॉंक्रीट टाकण्याची, ३८६

ड

डबडी, चांचणी नळकांडी, २७६, ५७१

डाग,

कारण, ३०८, ३९४, ४०२

पडू न देणे ३०८, ३९४, ४१२

काढून टाकणे, ३९४

डाय कॅल्शियम सिलिकेट (C_2S) ४२

डायटोमाइट, ९४, ४५१

डायटोमेशन मृत्तिका, ५२, १३३, १३४

डालोमाईट, ९१

ड्राय आउट, ८४

डांबराचे आसवन, दृढीभूत कॉंक्रीटवरील परिणाम १०

डेन्व्हर प्रयोगशाळा,

सोयी, १२०

अन्वषणे, १३६

– अहवाल, १०१, ११९

ढ

ढीग घालणे १९६, २०६

त

तपमान–

सिमेंट, भारी कॉंक्रीटवरील परिणाम, २२६

कॉंक्रीटचे संगणन, ५८१

मुरवण, कॉंक्रीटवरील परिणाम, २७८, ४०६, ५७६

नियंत्रण, १७४, २२५, २३२, ४०६, ५७३

पतन, ४०९

टाकणे, कॉंक्रीट-नियंत्रण, ८२, २६४, २७८

विचरणे, प्रतिबलातील, १७, ८२

पाणी, ८२, २६४, २८०

आर्द्र फुगा, ४०९

तणाव प्रतिबल, २७, ३१

तप्त तवक पद्धती-चांचणीची, ५२८
तपासणी १५९
रोजचे अहवाल व दैनंदिनी, १६०
अंतिम, कॉंक्रीट टाकण्यापूर्वी, ३०८
सामान्य कॉंक्रीटची कामे, ६०७
सदर्भ सुचि, तपासणीच्या बाबींची, ६०७
विशेष प्रकारचे काम, ६१५
पर्यवेक्षक, १६०
तराजू (प्रमाण नियंत्रणाची उपकरणे पहा)
प्रमाण नियंत्रक संयंत्र, २२७
तपासणी, २३३
वरचा व खालचा मिदर्शक, २४९
लहान हातवाहू (हातगाडीच्या प्रकारचा) २५२
वजन करणे, काट--दांडा, २२७, २३३
तरंगत असलेले पाण्यातील पदार्थ,
त्वरक, ७१, १०४
-ने उच्च लवकरची शक्ती प्राप्त केली, ४९
तापन,
कॉंक्रीट, ४०८, ४१२
टिकाऊपणा व शक्तीवरील परिणाम, ४१०
द्रव्ये, २८०
प्रबलीकरण पोलाद, ३५०
तार
घासणें, २९९
बांधणी, ३०७
तुटक प्रकारचे टप्पे, ४००
तेल, फर्मा २९८

थ

थर (उभार), कॉंक्रीट टाकणे, ३२५, ३३०, ३३१
थापीकाम, ३९६, ४७५

द

दगडी सफाई, ३९१
दिखाऊ (आभासी) पक्वता, ५१, १३६, २२३

दीर्घ कालीक भार, प्रभाव २७
दुरुस्ती-कॉंक्रीटची,
प्रतिस्थापन करून ४४८
करता नीटनेटके करणे ४२२, ४२४
मुरवण, ४२४, ४२६, ४३८, ४४८
टिकाऊपणा, ने बाधित, ४२४
इपॉक्सी बंधनित ४३७, ४४५
इपॉक्सी चुना ४३७, ४४५
फर्मे कॉंक्रीटचे प्रति-स्थापन ४३०
पद्धती-
कॉंक्रीटचे प्रतिस्थापन ४२०, ४२७, ४२८, ४४३
इपॉक्सी (इपॉक्सी व इपॉक्सी दुरुस्त्या पहा) ४२१
चुन्याचे प्रतिस्थापन ४२१, ४२८ ४३४, ४४७
पूर्व बंधनित, ४२०, ४५९
मिश्रण आणि संघनता
कॉंक्रीटचे प्रतिस्थापन ४३१
शुष्क वेष्टन ४०८
चुन्याचे प्रतिस्थापन ४३४
पूर्व बंधनित ४५९, ४६०
पूर्व निर्मिती नळ ४६३
पूर्व तयारी, ४२८, ४४६
पूर्व प्रतिबलित कॉंक्रीट नळ ४०५
गरजा सामान्य ४१९
झिरपण परिस्थितीत ४३८
(दुरुस्ती) करण्याची वेळ, ४१९
आडव्या चिरा ४४१
अरचित कॉंक्रीट ४३४
जलरोधकता, ने बाधित ४२४
झिजू नये म्हणून संरक्षण (जवस तेल) ४४१
दूध,-दृढीभूत कॉंक्रीटवरील परिणाम, १०
देखभाल – चाचणी यंत्राची ५८२
दृढीकरण (संदावन आणि स्पंदनही पहा)
कालव्याचे अस्तर ३७९
टाकण्याचे वेळी ३२१

महत्त्व ७९
भारी कॉंक्रीट ३३१
पूर्व निर्मित कॉंक्रीट नळ ३७३
– ची दुरुस्ती ४३०
बोगद्याचा अधस्तर ३४२
स्पंदनक - ३७८
दृढीकारक द्रवीय फरशीकरता, ४७७
दंड चक्की, (वाळू तयार करण्याकरता) १९४
द्रव्य –
वायुधारित (वायुधारित द्रव्य पहा)
पूर्व बंधनित (पूर्व बंधनित कॉंक्रीट पहा) ४५९
जल-घटी, पक्वता नियंत्रक ७४, २२७
द्रवचलित वर्गकार (वाळूचे प्रक्रियाकरण)– २००
द्रवचलित मांजणीकार (वाळूचे प्रक्रियाकरण) २००
द्रवीय जिगिगने मिलाव्याचे विलगन २१८, २२०
द्रव प्रमाण नियंत्रण, २५३
द्रव्ये -
सिमेंट चुन्याचे लेप व अस्तरे ४९४
कॉंक्रीट (कॉंक्रीटमधील द्रव्ये पहा)
द्वारे, फर्म्यातील २९९, ३२६, ३४०

ध

धातु परिचायक ५०९
धातुमल ५३, १३४
विस्तारित ४५२, ४५४
धातुचे भाग, आधार व अंतरक, ३०८, ३४७
धारित वायू (वायुधारित द्रव्येही पहा)
फायदे ३१
घटक - टक्केवारीवर परिणाम करणारे ७३, ७४
मिश्रण प्रमाणे, ने बाधित झालेली, १४०
कॉंक्रीटचे गुणधर्म, ने बाधित झालेले ३२
शिफारसित टक्केवारी ७३, ४३१
चाचण्या, डेन्व्हर प्रयोगशाळा १३७
धावन जलाचे, मिलाव्याकरता, फवारे– २१२, २१६

धावन
मिलावा २१२, २१६
अम्लाने, ४८०
वायु–जल झोताने २९५
विद्रावणाने ३९४
धुकेरी खोलीतील मुरवण १७६
धुलिवादळे – सफाईवरील परिणाम ३३०

न

न पक्व होणारा गाराभराईचा चुना ४८७
न निसरडे होणारी तयार फरशी ४७७
नमुना विभाजक ५०३
नमुना यंत्राची नळी ५०१
नमुना घेणे –
मिलावा ५०१
प्राथमिक निक्षेप १०१
वायुधारक द्रव्य ५८२
सिमेंट २२३
साधने २६६, ५०१, ५८२
ताजे काँक्रीटस २६६, ५६१
दृढीभूत काँक्रीट ५०५
रूमा मस्तकी नोड पूरक ३६३, ५९०
मोहोरबंदी संमिश्रण, ४०५, ५८८
माती, १३७, ५१३
पाणी, १३७, ५१३
पोझोप्लान १३८
नळ –
जागेवर ओतलेले ३७४
पूर्व निर्मित काँक्रीट ३६३, ४०६
ओतलेले ३६४
अपकेन्द्रिय पद्धतीने फिरवून तयार केले ३६८
ठोकून तयार केलेले आणि वेष्टनशीर्ष नळ
दुरुस्ती ४४३, ३६०
पूर्वप्रतिबलीत - ३७५
रुळाने संदाबित केलेला, अॅस्बेटॉस सिमेंट ३७६

पोलाद, चुन्याचे लेप (सिमेंटच्या चुन्याचे लेप आणि अस्तरे पहा)

नळ योजना –

काँक्रीट पंप ३१७, ३३९

उष्ण हवामानातील संरक्षण ४०८

काँक्रीटवरील गंजाचे डाग ३९४

नळकांडी ओतणे -

डब्यात ५७१

बिडाच्या साचात ५६८

नळाचे नमुना यंत्र ५०१

नायसेस ९५, ९७

नाळकी (काँक्रीट) ३१२, ३१३, ३२५

निरपेक्ष आयतन (सघन राशीही पहा) १४

नि:स्रवण

धारित वायूवरील परिणाम, ३६

सिमेंटच्या सूक्ष्मतेवरील परिणाम ५०

पोझोलान ५१

चांचणी ५५९

निर्वातन १२

नियंत्रण

मिलाव्याची निर्मिती १९३

क्षार-मिलावा प्रतिक्रिया ५३, १३४

काँक्रीट

व्याख्या १५९

महत्व ७८, २६६

झिरपणाची परिस्थिती ३३७, ४३८

नियंत्रक नळकांडी (चाचणी नळकांडी पहा)

नियंत्रण मर्यादा – मुक्त वायू एकक वजन विचरण शीलतेच्या ५६२

नि:सरण – संरचनेच्या पृष्ठभागाचे ३९५

नि:सरण – काँक्रीटच्या खालचे ३२९

नरीक्षण १६१

निर्मिती मिलाव्याची १९३, २०५

निवड मिलाव्याची ९०

निमज्जन आणि तरंगण (भारी माध्यम विलगन) २१८, २१९
निकोपता (मिलावा) ५४. १२९
चाचणी ५४१
निर्वात स्फोटन ४७३
निर्वातन, निर्वात स्थितीचे कारण १२
निर्वात प्रक्रिया केलेले कॉंक्रीट ४६४
पृष्ठभागावरील पोचे पडणे कमी झाले ३८४
नीट नेटके करणे
वायु-जल स्रोत धावन, २९४, ४२४
संरचन जोड २८८
तपासणी, अंतिम, (कॉंक्रीट टाकण्यापूर्वी) ३०८
पूर्वतयारी, पाया भरण्याकरता, २८५
निर्वात क्षेपण ४७३
नैवल्यार्ची सफाई, ३९६, ४७२, ४७५
नोंद करणे, कॉंक्रीटमध्ये दिनांकाची ३०३
नोंद – फुकट गेलेल्या कॉंक्रीटची ३८५
नोंदी आणि नोंद तक्ते
मिलावा –
निक्षेप १०२, ११९
मिश्रण संयंत्र १६०, १७८
प्रक्रिया संयम १६०, १७८
सिमेंट १३९
कॉंक्रीट १६०, १७८
कॉंक्रीट संरचनेची आधार सामग्री व वर्णन १७८
रोजची तपासणी १६०
मासिक १७८

त

तपमान,
सिमेंट, भारी कॉंक्रीटवरील परिणाम, २२६
कॉंक्रीट, संगणन, ५८१
सुरवण कॉंक्रीटवरील परिणाम २७८, ४०६, ५७६
नियंत्रण १७४, २२५, २३२, ४०६. ५७३
पतन, ४०९
टाकणे, कॉंक्रीट-नियंत्रण, ८२, २६४, २७८

विचरणे, प्रतिबलातील, १७, ८२
पाणी ८२, २६४, २८०
आर्द्र फुगा. ४०९
तणाव प्रतिबल, २७, ३१
तप्त तबक पद्धती -चांचण्याची ५२८
तपासणी १५९
रोजचा अहवाल व दैनंदिनी १६०
अंतिम, कॉंक्रीट टाकण्यापूर्वी ३०८
सामान्य कॉन्क्रीटची कामे ६०७
संदर्भसुची, तपासणीच्या बाबींची ६०७
विशेषप्रकारचे काम, ६१५
पर्यवेक्षक १६०
तराज – (प्रमाण नियंत्रणाची उपकरणे ही पहा)
प्रमाण नियंत्रक संयत्र २२७
तपासणी २३३
वरचा व खालचा निदर्शक २४९
लहान हातवाहू (हात गाडीच्या प्रकारचा) २५२
वजन करणे, काट दांडा, २२७, २३३
तरंगत असलेले पाण्यातील पदार्थ ६९
त्वरक – ७१, १०४
तापन –
कॉंक्रीट ४०८, ४१२
टिकाऊपणा व शक्तीवरील परिणाम ४१०
द्रव्ये, २८०
प्रबलीकरण पोलाद ३०५
तार –
घासणे २९९
बांधणी ३०७
तुटक प्रकाराचे टप्पे- ४००
तेल, फर्मा, २९८

थ

थर (उभार), कॉंक्रीट टाकणे, ३२५, ३३०, ३३१
थापी काम ३९६, ४७५

प

पट्टवाह, कॉंक्रीट, ३१५
परिष्करण,
मिलावा, २१७
प्रत्यास्थ, प्रमाजन. २२१
भारी माध्यम विलगन, २१८
द्रव चलित पकड, २२०
वाळू, २०५
पद्धती-चांचणीच्या (चांचणी पद्धत पहा)
पर्लाइट ४५३
पश्चात तणावी करण, कॉंक्रीटचे ४६२
पश्चाग्र पंजाचे वाळूचे वर्गकार, १९९
पट्टया मारणे-
फरशीचे आच्छादन, ४७४
उतारावरील लादी ३२०
पक्वतेचा काल- ४४, ७२
परिवाहक उपकरणे, कॉंक्रीट (हाताळण्याची कामेही पहा)
पट्टावाहक ३१५
बारडया ३१०
गाडया व ट्रक ३१२
प्रवणिका, ३१५, ३२५
सुके वाटे, २४५
संयंत्राचा आराखडा, ३०९
वायवीय पद्धती, ३१६
पंपिंग ३१७
वायु-वर्धक, ३२०
शीतन नळ्या, ४०८
पूर्ववेष्टनित चुना, ४६०
मिलाव्याचा आकार, ६३, ३२८
बोगद्याचे अस्तर ३३६
ट्रक मिश्रक व आंदोलक २६१
पात प्रवणिका, ३१५, ३२५
पाय-
माती, २८५

चुन्याचा थर—बंधाकरता, ३२१
खडक, २८५
पारगम्यता,
(जल रोधकताही पहा) १४, ३६, ५१
पावसात जागेवर टाकण्याचे काँक्रीट (दक्षता) ३३०
पारवहन मिश्रक, २६१
पाणी—
क्षार, १०
विश्लेषण, १३७
प्रमाण नियंत्रण, २५३
अंश (जलांशही पहा), ३३, १४८, १५१, २१[illegible], ५५२
ने बाधित—
मिलाव्याचा आकार, ३५
धारित वायु, ३३, ३९
वरील परिणाम—
संकुचन, ३८
अवपात, २७०
एकक वजन, ४१
मुरवण, ६९, १४०, १७४, ४०१
क्षरण, काँक्रीटचे, १२
वृद्धी (निस्त्रवण), ५०, ५५९
तापन, २८०
अन्वेषण, प्रारंभिक, १३६
स्रोत, २९५
मापी, २५३
मिश्रण करणे, ६९, १३७, २२६, २५३, २५९
मापनाची पद्धत २५३
गरजा जलयोजनाच्या, १४, ४०१
दर्जा, ६९, २२६
नमुना घेणे, १३७, ५१३
झिरपण नियंत्रण, ३३७
तोटया, सायफन, ३४४
सल्फेट, ६९

टावया, चचांणी नळकांडी मुखण्याकरता १७४
गढूळपणा–
मर्यादा, ६९
चांचणी, ५८०
घुणे, २११, २१७
घुणे, खडकाच्या पृष्ठभागावरून काढून टाकणे. २८५
वजन, निनिराळ्या तपमानातील. १४२
पिंजरा बांधणे–चांचणीच्या खणत्या, ११०
पुनःस्पंदन, ३२६, ३८९
पूरण प्रतल, (संरचन जोडही पहा) २८६
पूर्व निर्मित कॉंक्रीटचा नळ, ३६३, ४०६
दुरुस्तीच्या पद्धती ४४५
पूर्व जल योजन–सिमेंटचे ४४
पूर्व मिश्रण, गारा भराईचे चुने. ४८७
पूर्व बंधनित कॉंक्रीट, ४५९
पूर्व तयारी, (कॉंक्रीट) टाकण्याची, २८५, ३३०, ३३६, ४०८, ४२२, ४७२, ४८०
मक्तेदाराची पूर्वतयारी, ३०६
पूर्व संकुचन, गाराभराईच्या चुन्याचे, ४८६
पूर्व संकुचित कॉंक्रीट (पूर्व निर्मित कॉंक्रीटची दुरुस्ती) ४४८
पूर्व प्रतिबलित कॉंक्रीट
फायदे ४६२
अनुप्रयोग ४६३
व्याख्या ४६१
अनुप्रयोग पद्धती ४६१
मिश्रणे ४६३
पूर्वतणावित करणे ६१४
पूर्वनिर्मित कॉंक्रीटच्या नळाच्या दुरुस्तीची कार्यपद्धती ४४३
पूर्वेक्षण –
मिलावा ८५, १००
पोझोलान व पोझोलानी द्रव्ये १३२
दगडांच्या खाणी १८१
वाळू व कंकरांचे निक्षेप १०२
प्यूमिस, ९६, ४५३, ४५४

प्युमिसाईट, ९६, १३३
पृष्ठभाग (काँक्रीट)
स्वच्छ करणे ३९४
रागित ४७८
आर्द्रता रोधक करणे ४००
सफाई ३८७, ३९५
फरशी ४६९
रचित प्रकार व उपचार ३८७
अनियमितता
कमाल अनुज्ञेय ३८९
मुक्त प्रवाही सांडवे ४००
उच्चगती प्रवाहाशी संबंध देणारे ३९८, ३९९
निर्गमद्वार यंत्रणा, मोऱ्या, बोगदे ३९८
रंगविणे ४००, ४७९
पोचे व उणीवा ३८५
झिजू नये म्हणून संरक्षण ३९५
दुरुस्ती ३८८
समरूपन पट्ट्या मारलेले ३२७, ३९४, ४७३
मुयारी सांडवे ३९९
पृष्ठभागावरील आर्द्रता, मिलाव्यातील
नियंत्रण २२१
चांचण्या ५२८
पृष्ठभागाची पूर्व तयारी, सिमेंट लेपाकरता ४९१, ४९४
पेट्रोलियम तेले, दृढीभूत काँक्रीटवरील परिणाम ९
पोचे पडणे ३८२
पोर्टलंड सिमेंट (सिमेंट पहा)
पोटॅशियम – सिमेंटमधील, काँक्रीटवरील परिणाम ४४
पोझोलान आणि पोझोलानी द्रव्य
स्वीकृती चांचणी ५९१
व्याख्या ९६
गुणधर्म व वापर ५१
पूर्वेक्षण व प्रकार १३३
काँक्रीटमधील प्रमाणे १४९
विशिष्ट गुरुत्व १४८

चांचण्या व विश्लेषण १३५
पोझोलानी पूरक (पूर्व वेष्टनित कॉंक्रीट) ४६०
पोत्याने घासून केलेली सफाई ३९३
पोलादी नळ चुन्याच्या लेपाचे मुरवण, ४८६
पोलादी प्रबलीकरण शिगा –
बंध ३०६, ८४
कालव्याचे अस्तर ३४५
स्वच्छ करणे ३०६, ३८४, ४२७
अवकाश आणि अंतर ३०७. ४२७
क्षरण ३०७
कॅल्शियम क्लोर ईड ३०७
अच्छादन क्षमता ३०७
परिचायक ५०१
वाकविण्यास सोपे जावे म्हणून तापविणे ३०६
तपासणी ३०६, ३०८
अस्थैतिक कंपास वापरून हुडकून काढलेले ५०१
गंज काढून टाकणे ३०६
कॉंक्रीटवरील गंजाचे डाग ३०८
जोड ३०७
आधार ३०७, ३४७
चांचणी नमुने ३०६
पंपकरण कॉंकीट – ३१७
शीतन नळ्या ४०८
पूर्वबंधनित कॉंक्रीटकरता चुना ४०६
मिलाव्याचा आकार ६३
बोगद्याचे अस्तर ३१७, ३३६
प्रमाण नियंत्रण २२७, २४४
अचूकता २३३
संमिश्रणे २५३
वायुधारितद्रव्ये २५७
केंद्रीय २४४
नियंत्रण २२७, २४०
उपकरणे २२७, २४५, २५०

बर्फ २३२
प्रयोग शाळेतील कॉंक्रीट ५६५
क्रम (मिश्रण प्रमारणाचा) २५९
मापे (तपासणी व चांचणी) २३३
मापे (मापन कटॉफ) २२७, २३३
पाणी २५३
वजन आणि पोषण २४०
वजन विरुद्ध राशि २२७
प्रवणिका ३१५, ३२३
प्रत्यास्थता – कॉंक्रीटची २५
वायु अंश - परिणाम ४०
जल-सिमेंट गुणोत्तर परिणाम ४०
प्रत्यास्थि प्रमाजनाने मिलाव्याचे विलगन २१८, २२१
प्रवाह, सुनम्य (सरपण पहा)
प्रवाह चांचणी, सुक्ष्म मिलाव्याचा चुना तयार करण्याच्या गुणधर्मांकरता ५०५
प्रतवारी (विचाराधीन द्रव्ये या ठिकाणी पहा)
प्रयोगशाळा –
प्रमाण नियंत्रण व मिश्रण ५६५, ५६७
मुरवण १७४, ५७३
डेन्व्हर अन्वेषण १२०, १३६
क्षेत्रीय १२९
प्रतिस्थापन ४३०
प्रत्यास्थता गुणांक (प्रत्यास्थताही पहा)
प्रकल्पावरील मासिक अहवाल १७८
प्रमाणे आणि प्रमाणीकरण (मिश्रण प्रमाणे पहा)
प्रबलीकरण पोलाद –
बंध ३०६, ३८४
कालव्याचे अस्तर ३४७
स्वच्छ करणे ३०४, ३८२
अवकाश व अंतर ठेवणे ३०७
क्षरण ३०७
कॅल्शियम क्लोराईड ३०७
आवरण क्षमता ३०७

परिचायक ५०२
बाहेरील चुन्याचे लेप ४९५
वाकविण्यास सोपे जावे म्हणून तापविणे ३०६
तपासणी ३०६, ३४८
पूर्व निर्मित काँक्रीट नळ ३६३
गंज काढून टाकणे ३०६
काँक्रीटवर गंजाचे डाग पडू न देणे ३०८
जोड ३०७
आधार ३०७, ३४७
चांचणी नमुने ३०५

प्रतिरोध –
अपघर्षणास बाधा येणारे घटक ५६, ८०
अम्ले ९
रासायनिक बाधा ७
क्षरण १२, ३६
झिजण्यास बाधा येणारे घटक ७

प्रतिरोध तापमापी, बसविणे ३०५
प्रतिवर्ती प्रवाह वेधन पद्धति १०७
प्रतिबल काँक्रीटमधील - कारणे १७, २७, २८, ८२
प्रतिबल विकृती संबंध २७
प्राक्शीतन – काँक्रीटचे ८२

फ

फरशीचे आच्छादन
बंधनित ४६९
सफाईच्या गरजा ४६९
एकसंघ ४६९
प्रमाणीकरण आणि मिश्रण ४७०

फर्मे –
अवशोषक अस्तर ३८४
काँक्रीटचा दर्जा ने बाधित, ७८, २९६
अभिकल्पन २९७
तपासणी २९८
विसंवाहन ४११

द्रव्ये २९८, ३८३
धातु, काँक्रीट चिकटून बसणे, कारण व प्रतिबंध २९८
लेपाकरता तेल २९८
रंगविणे ३८३
द्वार-प्रवेश व तपासणी २९९
दाब २९८
काढून घेणे ३८६, ४३३
लवकर काढून घेतल्याने संनिहित भागाच्या ३८४
बंधाला झालेली हानी
काँक्रीटची दुरुस्ती (प्रतिस्थापन) ४३०
पुनःस्थापन, नंतरच्या उभाराकरता ३०३
सायफन २९९, ३४५
मऊ होणे, काॅन्क्रीटचे टॅनीन घातल्यामुळे २९८
पोलादी अस्तराचे ३९०
चिकटून बसणे - काॅन्क्रीटला, २९८
बंध ३०३
काढून घेण्याची वेळ निश्चित करण्याकरता चाचणी नमुने ३८६
बोगद्याचे अस्तर, २९९, ३३८
आतील द्वारे २९९, ३४०
निर्वात प्रकारची ३८४, ४६६
स्पंदन ४३९
फर्म्यातील द्वार - २९९, ३४०
फ्लाय ॲश (पोझोलान) ५२, १३४
फुकट गेलेले काँक्रीट ३८५
फूटतूट, मिलावा ६४, २०९
फेरो सिलीकॉन, भारी माध्यमी विलगनांमध्ये वापर २१८
फोडलेली खडी – मिलावा म्हणून वापरलेली ५३, ६९, १९४, २०५
फोडलेली वाळू ५३, १९३

ब

बर्फ मिश्रणातील– ८२, २३२, २७९
बार्ट हिरे (गामा वेधन) ५०७
बारड्या. काँक्रीटकरता ३१०
बाहेरील लेप– सिमेंटचा चुना-पोलादी नळाकरता ४९५

बाष्प मुरवण ४०६
बिडाचे सांचे ५७१
बुडबुडे-कारणे १०
बेसाल्ट - ९०
बिटयुमिनस संयुगे
आर्द्रता रोधी ४००
खडकाच्या पायांच्या मोहोरबंदी करता २८५
ब्लेनचे वास्तुप्रवेश्यता उपकरण ५०
बोगद्याचे अस्तर- ३३६
गाराभराई ३४०
उच्चगती प्रस्त्राव ३१६
अधस्तर ३३६, ३४०
कमाल आकार, मिलाव्याचा ६३, ३१८
टाकणे ३३८
संरक्षण, सुकण्यापासून ८२
झिरपण जल नियंत्रण ३३७
घट्ट बसणारे ३३७
बंद करणे - गळत्या (दुरुस्ती) ४३८
बंध ३०६, ३८४
इपॉक्सचा वापर करून, ४३७
संरचन जोड २८६
आधाराच्या फरशीच्या माथ्याशी ४७२
पाया २८५
दुरुस्तीचा ४४६
बांधकामाच्या गटांच्या करता सापेक्ष आर्द्रता चाचण्या ६०४

भ

भरड मिलावा (चाचण्याच्या करता चाचणीच्या पद्धती पहा) ५३, ६३, १६५
अपघर्षण प्रतिरोध ५६, १२९
अवशोषण ५५, १२६
क्षार प्रतिक्रियाशीलता ४५, ५६
नियंत्रण ४५
प्रतिक्रियाशील प्रकार ९८
चाचण्या १२६

जलोढ – ९४
विश्लेषण, क्षेत्रीय व प्रयोगाळेतील आधार सामग्रीचे १३१
कृत्रिम (हलक्या वजनाचा पहा)
विश्लेषण – चाळणी (चाळणी विश्लेषण)
प्रमाण नियंत्रण २२७, २४४
परिष्करण, (समपरिष्करणही पहा) २१७
वातभट्टीतील काचमल ५३
फूटतूट ६४, २०५
रासायनिक गुणधर्म ५५, ९८
खंगर ४५२
वर्गवारी खडकांची ८९
चिकणमाती (विस्तारित) ४५२
चिकणमाती (आतली) ५४, २१६
लेप १००, २१७
गोटे (वापरलेला कमाल आकार) ६७
विस्तरण व संकुचन गुणांक १७, ५६
संयुक्त प्रतवारी ५८
बनावट ५३
दूषित करणारे पदार्थ, आतील ५४, ९८, १२९, २१६
नियंत्रण १९३
चांचण्या २१६, २२२
सुधारणा, प्रतवारीतील दोषांची ६५
फोडलेली खडी ५३, २०५
प्रतवारी ५३, ६४
सुकार्यता ६६
हानिकारक पदार्थ आतील (दूषित कारक पदार्थ पहा)
ची सधनता १३२
डेन्व्हर प्रयोगशाळेतील अन्वेषणे १२८
निक्षेप –
बाजारी १०२
पदसंज्ञा ११९
अंदाज करणे – राशींचा १०१, १३१
समन्वेषण १०४

गामा फावडे १०४
आधार सामग्री– लागणारी १२०
डेन्व्हर प्रयोगशाळांकरता लागणारी माहिती १८१, १२०
विनिर्देशनांच्या करता माहिती १२०
पद्धती १००
प्राथमिक नमुना घेणे आणि अहवाल १०१
प्रतिवर्ती प्रवाह वेधन यंत्र १०७
परिभ्रामी प्रवाह वेधन यंत्र १०५
क्षेत्रीय अन्वेषणे ८५
सफाई चाळण २१२
नदीकृत हिमानी ८४
भूगर्भशास्त्र ८५
प्रतवारी ५३, ११३
अहवाल ११९
परिणाम, कॉंक्रीटच्या गुणधर्मावरील– १८
क्षेत्रीय चांचणी (वारंवारता) २१६
सफाई चाळण ६४, २१२
फरशीचे अच्छादन ४६९
नदीकृत हिमानी ८७
गोठण व वितळण चांचण्या, १२९, २२२
चे भूगर्भशास्त्र ९०
हिमानी ८८
शब्दावली, खनिज आणि अश्मविद्याविषयक संज्ञांची ९२
श्रेणी (प्रतवारी) ५३, ५७
वाळूसह ५९
कॉंक्रीट – ने बाधित झालेले, ६३, ६६
अश्रेणीबद्ध ५८
शक्ति - ने बाधित झालेली ६६
सुकार्यता – ने बाधित झालेली ६५
हातळण्याचे कार्य ६४, २०५
तापन २८०
भारी वजन (भारी वजनाचा मिलावा आणि भारी वजनाचे कॉंक्रीट पहा)

माहिती, डेन्व्हर प्रयोग शाळेत उपलब्ध असलेली ८५
अन्वेषणे (क्षेत्रीय अन्वेषणे पहा.)
डेन्व्हर प्रयोग शाळा १२०
हलके वजन (हलक्या वजनाचा मिलावा काँक्रीट पहा)
अश्मविद्याविषयक संज्ञांची शब्दावली ९२
कमाल आकार ६२
कालव्याची अस्तरे ३४५
काँक्रीटचा नळ ३६४
परिणाम – काँक्रीटच्या गुणधर्मावरील ६६
पंपिंग करता ६३
शिफारस केलेले संरचनेच्या विभिन्न प्रकारांच्याकरता.
निवड १४०
खनिज संज्ञांची शब्दावली ९२
खनिज द्रव्ये ९२
संकीर्ण चांचण्या २२२
प्रमाणा बाहेरील आकार ६४
कणांचा आकार ५३, ५७, २०५
सुकार्यता, ने बाधित झालेली ५७
वाटाण्याच्या आकाराचा कंकर ६५, ३४६
शैलवर्ग विवरणात्मक परीक्षा १२९
भौतिक गुणधर्म ५३, १२६
संयंत्र, मान्यता १९३
पूर्व बंधानित काँक्रीट ४५९
प्रक्रिया १९३
उत्पादन १९३, २०५
चें नियंत्रण १९३
पूर्वेक्षण ८५, १००
विकत घेतले, तपासणी २२३
दर्जा ५३, १३०
दर्जा, ने बाधित झाला ५३, ९९
राशींचा अंदाज १३१
प्रतिक्रियाशील (क्षार-मिलावा प्रतिक्रिया) ५५, ९८, १३०
गरजांचा अंदाज १३२, १४६

प्रतिरोध अपघर्षणाला ५६
अश्म सोपान २०८
खडकांच्या खाणी, अन्वेषण १०६
खडकांचे प्रकार ८९
नमुने चांचणीकरता तयारी ५०१
नमुना घेणे १०२, ११३, २१४, २३१
तराजू, मोठ्या प्रमाण नियंत्रकाकरता २५०
चाळणी विश्लेषण ५७, ११३, २१४, ५१७
चाळण्यांचे आकार ६२, ६३
यू. एस. - मानक ५१६
चाळण्या (क्षेत्रीय चांचणीकरता) ११३
वियोजन ६४, २५०
निवड करणे ५३, १३३, १४०
शेल, विस्तारित ४५२
गाळमाती आतील ९९
शिफारसित कमाल ८५, १४६
धातुमल, विस्तारित ४५२
घनराशी १४८
निकोपता ५४
मूलस्थाने ८५, १०२
विशिष्ट गुरुत्व ५७, १२६
साठवण २०६
प्रवाह ५७, १८७
शक्ती ५६
पृष्ठीय आर्द्रता
नियंत्रण २२१
परिणाम, अवपातावरील २७०
परीक्षा सुचिका, खणत्या व चर १०४, १०८
चांचण्या (संबंधित विशिष्ट चाचणीही पहा) १२६, २१७, ६००
बोगद्याचे अस्तर ६४
प्रमाणापेक्षा कमी आकार ६४, २०८
ची एकक वजने १३१
मापाने प्रमाण नियंत्रण २२७

आयतन परिवर्तन ५६
झिजून जाण्याचे परिणाम ५४, ९७
वजन करण्याची उपकरणे (क्षेत्रीय कार्य) २५०
भारी काँक्रीट – ३२५, ३३१
जलघटी पद्धती - विलंबी द्रव्यांच्याकरता स्वीकृत चांचणी ४९५
शीत जोड (उपचार) ३३५
दृढीकरण ३३३
मिश्रण, काँक्रीट घरणाच्या दर्शनी भागाकरता ३३१
मिश्रण करणे आणि टाकणे ३३०, ३३१
स्वीकृति चांचणी ५९५
भारीमाध्यम चांचणी - मिलाव्यातील हलक्या कणांकरता – ६००
भारीमाध्यम पृथक्करण – मिलाव्याची २१८
भारमितीय पद्धत - वायुअंश निश्चित करण्याची ५५४
भुशाचे काँक्रीट (कील बंदी) ४५७
भूगर्भशास्त्र – मिलाव्याच्या साठ्याचे ८७
भूशास्त्रीय उद्भव - पोझोलानचे १३४
भंजन बिंदू २६

म

मक्तेदाराच्या संयंत्र आणि उपकरणाकरता मान्यता देणे १९३, २२७, २५८ ३०९
मर्यादा, चांचणी यंत्राच्या अचूकतेची ५८७
मिश्रण करणे
गारभराईचा चुना ४८७
तापन - काळातील २८१
गरम हवेतील दक्षता २७८
बर्फाचा वापर २३२. २७९
प्रयोगशाळा ५६७
हलक्या वजनाचे काँक्रीट ४५६
कील बंदी काँक्रीट ४५७
पक्व न होणारा चुना ४८७
प्रमाणा बाहेर मिश्रण करणे २६०
कालावधी २५९
संयंत्र, प्रारंभिक मान्यता, २५८, ३०९
वायवीय पद्धतीने लावलेला चुना ४८२
पूर्वमिश्रण ४८७

पूर्ववेष्टनित कॉंक्रीट (चुना) ४६०
विलंबित (चुना) ४८८
अभिलेखक, नोंदक २३१, २४०
मुशाचे कॉंक्रीट ४५७
प्रस्ताव कालातील वियोजन (मर्यादा) २६
काल २५९
द्रक २६१
पाणी २५३, २७०
मळी – दृढीभूत कॉंक्रीटवरील परिणाम १०
मासिक अहवाल १७८
मोहोरबंदी मिश्रणे – मुरवणकरता लावणे ४०३, ४३९, ४८६
गुणधर्म ४०३
नमुना घेणे ४०४, ५८७
अन्वेषण करणे ४३६
माती –
पाये २८५
रासायनिक विश्लेषणाकरता नमुने घेणे १३७, ५१२
सल्फेट (क्षार) अन्वेषण १३७
मानक –
सिमेंट (प्रकार I) ४८
विचरण (चांचणीची आधार सामग्री) १८६
चाळण्या ५७, ५१२
मापी २७१
मापन कॉंक्रीटच्या अंतर्वस्तु, १४६,, २२६, २४४, २५०
मापी –
संघनता २७१
जल – २५३
मातीचे पाये – २८५
मिश्रक –
प्रमारण (प्रमाण नियंत्रणाचा क्रम) २५९, २६४
कार्यक्षमतेच्या गरजा २५९
निष्पादन चांचणी (वापर) २६६
कार्य चांचणी (घटकांची विविधता) ५६१

प्रस्त्राव कालांतील विलगन (मर्यादा) २६०
ट्रक (गरजा) २६१
प्रकार २५८
टर्बाईन २५८
एकसारखेपणाच्या चांचण्या २५९

मिश्रण करणे –
केंद्रीय वजनी प्रमाण – नियंत्रण २४४
प्रसारण (प्रमाण नियंत्रणाचा क्रम) २५९, २६४
थंड हवामानातील दक्षता २८०
नियंत्रण – अवपात चाचणीने २७०
शीतन – काळातील २८०
विलंबित (चुना) ४८०
फरशीचे आच्छादन ४७०

मिश्रण (मिश्रण करणेही पहा)
समायोजन १३९, १५२
संमिश्रणांचा वापर २२६
प्रमाणीकरण २५३
मिलावा–
कमाल आकाराची निवड १४०, १४६
विशिष्ट गुरुत्व, परिणाम १४२
वायुअंश –
संगणाने २४९
कॉंक्रीट, लहान कामाकरता १५६
लागणारी टक्केवारी ७४
चांचण्या आवश्यक त्या २२७
वायुचुषण बंदूक (दुरुस्त्या) ४३५
बेंच - यार्ड गुणोत्तर १५०
बाट्याची उपज १५०
कालव्याचे अस्तर ३४५
जागेवर ओतलेला कॉंक्रीट नळ ३७८
सिमेंटचा अंश १४२, १४५
केंद्रीय वजनीप्रमाण नियंत्रण २४४
नियंत्रण –

अवपात चांचणी करून २७०
सुविधा, मोठाली कामे २७७
परिवर्तन, क्षेत्रिय विलगनाचे सुस्पष्ट विलगनात १८४
धरणे (काँक्रीट), दर्शनी विभागाकरता दाट मिश्रण ३३१
अभिकल्पन १४९
शुष्क वेष्टन (दुरुस्त्या) ४२६
कार्यक्षम (कमाल) ३२७
फरशीचे आच्छादन ४६९
बर्फाचा वापर २३२
चुना – झिरपण छिद्रे बंद करण्याकरता ४३८
चुना प्रतिस्थापन (दुरुस्त्या) ४३४
किलबंदी काँक्रीट ४५७
प्रमाणाबाहेर वालुक्षेपण ३२८
अति मोठा मिलावा १८३
प्रमाणे १३९, १४८, १५४
अहवाल १५९, १७८
वाळूचा अंश, अनुकूलतम टक्केवारी १४८
मुशाचे काँक्रीट ४५७
निवड, (मिश्रण प्रमाणांची) १४०
मालिका १५४
अवपात –
नियंत्रण २७०
निरीक्षणाने केलेला अंदाज २७१
निवड १४१, २७१
चांचण्याचे, क्षेत्रीय २७४
लहान कामे १५६
सारण्या १४३, १४९
चांचणीची आधार सामुग्री वापर १५४
परीक्षण –
समायोजन १३९, १४८, १५२
मिलवा, कमाल आकार १४९
गृहीतके १४७
संगणने १४८

अभिकल्पनाची कार्यपद्धती १४०
गुणधर्म, काँक्रीटचे निश्चित केलेले १५४
वाळूचा अंश १४२
अवपाताची निवड १४१
संपीडक शक्ती, निरनिराळ्या जल-सिमेंट
गुणोत्तराकरता १४५
जल-सिमेंट गुणोत्तराची निवड १४३
जलांश १४०, १४९, ५५४
बोगद्याचे अस्तर ३३७
कमी आकाराचा मिश्रावा १८३
एकेक वजन, नियंत्रण चांचणी म्हणून महत्त्व २७८
जल-सिमेंट गुणोत्तर १४३, १४६
जलांश १४०, १४३
पाणी कमी करणे, द्रव्याचा वापर करून ७४
मिश्र पिंडाश्म ९४
मिलावा म्हणून खंगर ४५१
मिलावा (वाळू अथवा भरड मिलावा पहा)
मुरवण –
सिमेंटच्या चुन्याचे थर ४९४, ४९७
थंड हवामानातील दक्षता ४०८
परिणाम, शुष्क उष्णतेचा ४०७
परिणाम- मुरवणापूर्वी झालेल्या शुष्कनाशा २३, ४१०
परिणाम – अपघर्षण प्रतिरोध व शक्तीवरील २५, ५७७
परिणाम – जलरोधकतेवरील ७९
इपॉक्सी ४३९
फरशीचा आच्छादन थर ४७६
फर्मा काढून घेणे – मुरवण करता यावे म्हणून ३८८
उष्ण हवामानातील दक्षता ४०८
महत्त्व ७८, ४०१
इमारतींच्या आत ३९९
आर्द्रपद्धती ४०१
वायवीय पद्धतीने लावलेला चुना ४८२, ४८५
पोलादी नळावर ४८६

संरक्षण –
गोठणापासून ४०८
ऊन आणि सुकून जाण्यापासुन ८७, ४०१
दुरुस्त्या ४३८, ४४८
मोहोरबंदी संयुगे
लावणे, पद्धती व उपकरणे ४०२
संयुक्तपणे - आर्द्र मुरवणासह ४०३
आवरण क्षमता ४०३
संरक्षण - वाहतुकीपासून ४०५
नमुना घेणे ४०५, ५८७
तपमान – कॉंक्रीटचे-ने बाधित झालेले ४०३
मानक आर्द्र १९
वाफ ४०६
तपमापन - शक्तिशी संबंधित ४०३
चांचणी नळकांडी १७४, ५६८, ५७१, ५७३
क्षेत्रीय ३८१
धुकेरी खोली १७४, ५७३
प्रयोगशाळा १७४, ५७३
आर्द्र वाळू १७४, ५७३
पाण्याची टाकी-करता १७४
बोगदे – ८२
पाणा (प्रयोगशाळा) १७४
मुक्त चुना – सिमेंटमधील ४४
मुल्यमापन – चांचणी आधार सामुग्रीचे १८४
मेणयणे, कॉंक्रीटच्या फरशांना ४७८
मंदक्षार सिमेंट ४४
मंद उष्णता सिमेंट (प्रकार IV) ४९
उष्णता निर्मिती कमी झाली ८०
मॅग्नेशियम ऑक्साईड, ४४
मॅग्नेटाईट, भारी माध्यम विलगनात वापर २१८

य

यंत्राच्या बैठकीची गाराभराई ४८९
करता मिश्रण ४९०
यंत्र चलित चाळण कंपनक ११३, ५१२

र

रचित पृष्ठभाग, प्रकार, ३८८
रसायने
कॉंक्रीटवरील परिणाम, ९
बनावट, सिमेंटची ४२
रंग, फरशीच्या रंगीत सफाईकरता ४७८
उपयुक्तता मिलाव्याची ९८
राशी, दर घन यार्डास कॉंक्रीटमधील द्रव्ये १३२, १४२
राशि, सघन (अगर निरपेक्ष) १४, १५, १४७
रिक्तता – (वायुअंश व जलांशही पहा). १४, ४६१
निश्चिती ५५२, ५५६
पृष्ठभाग ३८२
रिक्तता - सिमेंट गुणोत्तर ४०
रूमामस्तकी जोडाचापूरक (संरचन जोड) ३६२
रंग कॉंक्रीटकरता ४४०, ४४१, ४७९
डाग काढून टाकणे ३९४
रंगवणे –
कॉंक्रीट ४७९
फर्मे ३८३
रंगीत सफाई, फरशीची ४७७
रंजक द्रव्ये (फरशीचा रंग) ४७९
ऱ्हायो लाईट– ९०

ल

लवणाचा (सोडियम क्लोराईडचा) परिणाम ६९
लाकडाच्या ढलप्या, मिलाव्यातील ५४, २१७, २२०
लॉस एँजेलिस (अपघर्षण) यंत्र १२९, ५४७
लिग्नो सल्फोनिक अम्ले ७४
डोस ७५
धारित वायूवरील परिणाम ७५
लेखाचित्रीय अभिलेखक २४०
लेप पोलादी नळीकरता सिमेंटच्या चुन्याचा, ४९०
जागेवर ४९१
कारखान्यात लावलेला ४९४

व

वर्गकारक, वाळू, १९६
द्रवचलित, २००
पश्चाग्र पंजे, १९९
सर्पिल, १९७
वर्गवारी, खडकाची (तसेच मिलावा आणि खडक पहा) ९०
वर्णमापी, १२८
वाळू, ५४४
वरील आणि खालील तराजू २५०
विसंवाहन
फर्मे ४११
लाद्या व कालव्याचे अस्तर ४१३
वजन करण्याची उपकरणे, क्षेत्रीय
मिलावा २५०
सिमेंट २५०
वजन (एकक वजनही पहा)
मिलावा, १३२
प्रमाण नियंत्रण, २५०
सिमेंट, २२३
कॉंक्रीट, ३२, ४५१
वाळू, १३२
(वजन) विरुद्ध राशी-प्रमाण नियंत्रण, २२७
पाणी, १४२
वनस्पती तेले, दृढीभूत कॉंक्रीटवरील परिणाम, ९
वॅग्नर गढूळपणा मापी, ५०
व्हर्मिक्यूलाइट (मिलावा) १७, ४५३
वायु वर्धक (कॉंक्रीट पंप करण्याकरता), ३२०
वायु अंश, ३३, ३८, १४१, २२७
निश्चितीकरण, ५५२, ५५६
चाचण्या, वारंवारते करता, २७७
बोगद्याचे अस्तर, ३१८
वायु धारित कॉंक्रीट (धारित वायु पहा)

फायदे, ३३
वायुधारित, टक्केवारीवर परिणाम करणारे घटक, ७४
वायू धारक द्रव्ये,
स्वीकृति चांचण्या, ७७
वाटप यंत्र, २५७
डेन्व्हर प्रयोग शाळेतील अन्वेषणे, १३६
नमुना घेणे, ५२८
प्रकार, ७२
वापर, २२७
वायुमुक्त चुना, २६०
वायु बंदूक
मिश्रण (दुरुस्तीकरता) ४३४
अनेकविध कार्य, २८८, ४२१
वायुमापीचे परिचालन, ५५६
वायु-पारगम्यता (सिमेंट) चांचणीचे उपकरण ५०
वायु रिक्तता, कॉंक्रीटमधील, ३६
वायु-जल स्रोत धुण्याकरता (स्वच्छते करता) २९५
वाटा,
नियोजन, १०१
ट्रक, २४५
वजने, १५०, २२७
वात भट्टीतील धातुमल, ५३, ४५९
वालुक्षेपण, गरजा, २९२
वाहून नेण्याची साधने, ३०९
वाटाण्याच्या आकाराचा कंकर, ६५, ३४६
वायवीय पद्धती, परिवहनाच्या, ३१६, ३३८
वायवीय पद्धतीने लावलेला चुना, ४७९
पोलादी नळावर लेप देणे, ४८६
पोलादी नळावरील लेप, ४९०, ४९५,४९९
चांचणी नळ कांडी, ४८६
वाळू, (भरड मिलावाही पहा) ५८, १३३
क्षार प्रतिक्रिया शीलता, ५५
जलोढ, ८७

चाळणी विश्लेषण, ५७, २१४, ५१५
प्रमाण नियंत्रण, २२७, २४४
समपरिष्करण, २०५
स्फोटन, निटनेटका करण्यालरता, २८८
संमिश्रण, ८७, ८८, १०१
वाहणे, (पवनोढ) ८८
रासायनिक उपयुक्तता ९८
वर्गक, १९६
चिकणमातीत, ५४, ९९, २१६
लेप, १००, २१५
भरड मिलाव्यासह संयुक्त प्रतवारी ५७
आतील दोषकारक पदार्थ, ५४, १००, २१६
अंश, १४६, ३३१, ४३३
नियंत्रण, १९३, २२१
संकीर्ण चाचण्या, २२२
सुधारणा, प्रतवारी करण्यातील दोषांच्या, ६२, १९३
फोडलेली, ५३, १९३
– ची घनता, १३
निक्षेप, (भरड मिलाव्याचे निक्षेपही पहा) १०४
साठ्यांचे निःसारण २२२
शुष्क प्रक्रियाकरण २०४
क्षेत्रीय चाचण्या (वारंवारता) २१६
सूक्ष्मता गुणांक (सू. गु.) परिणाम ५८
सूक्ष्म कण (परिणाम) ५८
फरशीचे आच्छादन, ४६९
प्रतवारी ५७, १९३
दोषदूर करणे, १९३
वक्र, ५८
परिणाम, ५३, ५८
अश्रेणिबद्धता, ५८
मर्यादा, ६१
शक्ती, ने बाधित, ६०
सुकार्यता, नें बाधित, ५८
तापन, २८१

तयार केलेली, फोडलेली, १९३
आर्द्रता (पृष्ठीय) २२१, २७०
नैसर्गिक, ८७, १९४
अनुकूलतम टक्केवारी, मिश्रणातील, १४२, ३३१
कणाचा आकार, ५३, ५६, १९४
वायवीय पद्धतीने लावलेला चुना, ४७९
पूर्व बंधनित कॉंक्रीट, ४६०
निर्मिती आणि प्रक्रिया, १९३, १९६, २०४
पुर्वेक्षण, ८५, १००
दर्जा, ५३, १२०, १२६
प्रतिक्रियाशील (क्षार–मिलाबा प्रतिक्रीया) ५५, ९८, १२६
अहवाल, १६०, १७८
नमुने, १०१, २१४
चाळणी विश्लेषण, ५७, २१४
चाळण्यांचे आकार, ६२, ५१५
वियोजन, शुष्क द्रव्याचे, २०४
गाळमाती, ५४, १००
द्रवचलित पांजणीकर, २००
नरम कण, ५५, २१५
मूलस्थाने, ८५
विशिष्ट गुरुत्व, २२२
साठे करणे, १९६
शक्ति संरचनांतील, ५४४
पृष्ठभागावरील आर्द्रता, २२१, २७०
पृष्ठभागाचा पोत, ६१
चांचण्या (क्रिया पद्धतीकरता चांचणी पद्धति पहा) १२६
चे एकक वजन, १३१
धावन, १९६, २०४
वजनाचे उपकरण (क्षेत्रीय कामे) २५०
वाळूचे फराटे, ५९, २६७, ३८४
वालुक्षेपण सफाई, ३९४
वालुक्षेपण, २८८, ३९४, ४२६
वालुकाश्म, ८९

मुशाचे कॉंक्रीट (कील बंदी) ४५७
तराजू (प्रमाण नियंत्रण उपकरणे ही पहा)
प्रमाण नियंत्रक संयंत्र २२७
तपासणी, २३३
वरचा व खालचा निदर्शक, २४९
लहान हातवाहू (हातगाडीच्या प्रकाराची) २५२
वजन करणे, काटदांड्या, २२७, २३३
विश्लेषण,
मिलाव्याच्या निक्षेपाच्या माहितीचे, १३१
मातीचे, १३७, ५१३
पाण्याचे, १३७, ५१३
चाळण. (चाळणी विश्लेषण पहा)
विस्तरण आणि संकुचन गुणांक
मिलावे, ५६
सिमेंटचे गंध, १७, ६५
कॉंक्रीट, १७, ५६
चुना, ५६
दगड, ५७
विचरण गुणांक
नियंत्रण करता येणारे घटक, १८७
चांचणीची आधार सामग्री, १८४
नियंत्रण करता न येणारे घटक, १८९
विरूपण-प्रतिबलाखाली कॉंक्रीटचे, २७
विचलन--चांचण्यांच्या निष्कर्षांचे, १८६
विसरण शीलता--औष्णिक, ३२
विघटन (हानि पहा)
वितरक वायुधारक द्रव्यांकरता, २५६
वितरक--जलघटी पक्कता नियंत्रणाच्या द्रव्याकरता ७४
विस्तरित चिकण माती, ४५२
विस्तरित धातुमल, ४५२
विस्तरणा (आयतन परिवर्तन पहा) चा गुणांक १७
विस्तरण जोड-कालव्याचे अस्तर, ३६३
विस्तरणीयता--कॉंक्रीटची, २७, ३२

धारित वायू वरील परिणाम, ४०

विसंवाहन–

फर्मे, ४११

लाद्या व कालव्याचे अस्तर, ४१३

विलंबक. सिमेंट, ४४

विलंबकाकरता वाटप यंत्र, २५८

विलंबी द्रव्ये, २२७

वियोजन--

मिलावा, ६४, २०५

कॉंक्रीट,

हानिकारक परिणाम, ७९

हाताळत असताना, ३०९

मिश्रकातून बाहेर पडत असताना (उपाय) २६१

वायवीय पद्धतीने टाकत असताना ३१६

टाकत असताना टाळण्याच्या पद्धती ३२१

धारित वायुचा परिणाम ३३

पोझोलानचा परिणाम, ५१

विशिष्ट प्रकारचे सिमेंट, १३६, ४८२

विशिष्ट गुरुत्व–

मिलावा, ५७, १४८, २२२

चांचणी, १२६, २२२, ५२४, ५२६

सिमेंट आणि पोझोलान, १३६, १४०

विशिष्ट उष्णता, कॉंक्रीट, १३६

विशिष्ट पृष्ठ - सिमेंट ५०

विकृति मापी, ३०५

विचरण शीलता, चुना (मिश्रकाच्या कार्याची चांचणी) २६०, ५६१

वेष्टन, पोलादी, चाचणी वेधन, १०४

वेग-टाकण्याचा, ८०, ३३०

वैशिष्ट्ये, कॉंक्रीटची, ३

श

शब्दावली, खनिज आणि अश्मविषयक संज्ञांची– ९२

शक्ति – संपीडक

सरासरी, विभिन्न मिश्रणाकरता १४५

विकास ४६
गामावेघने, नियंत्रक नळकांड्यांशी १९
बाधा करणारे घटक ३९, १८८
फर्मे काढणे - वर आधारलेले २८६
वारंवारता वितरण - चांचणी निष्कर्षांचे १९०
वारंवारता — नळकांड्याची २७५
संदावन हातोड्यानी चांचणी २७७
भारी कॉंक्रीट २०
सच्छिद्र कॉंक्रीट ४५१, ४५८
नमन, कर्तन व तणाव शक्तीशी संबंध २४
सांख्यिकीय विश्लेषण-चांचणी निष्कर्षांचे १८९
चांचणी नळकांडी, ५७६
चांचणी नळकांडी–कॉंक्रीटच्या दर्जाचे एक माप १८४, २७५
चांचणी निष्कर्ष १८९
एकसारखेपणा, क्षेत्रिय नियंत्रणाचे एक माप २५, १८४

शक्ती, संपीडक - ने बाधित –
आयु - १९
मिलावा ५४
वायु अंश ३९, १४०
कॅल्शियम क्लोराईड ७०
सिमेंट -
अंश ४०, ६६, १४६
सूक्ष्मता ५०
प्रकार २५, ४५
दृढीकरण ७९
मुरवण ५७२, ५७६
तपमान २३, २७८
नळकांड्याची उंची व आकार ५७६
मिश्रणावरील क्षेत्रीय नियंत्रण २६६
मिलाव्याचा कमाल आकार ६२, ६६, ७०, १४०
मिश्रणातील प्रमाणे १४०
आर्द्रतांश १९
वाळू, सूक्ष्मता गुणांक (सू. गु.) ६०
सोडियम क्लोराईड ६९

बाष्प मुरवण ४०६
सल्फेट-पाण्यातील ६९
शक्ती - संपीडक नें बाधित
निर्वातन प्रक्रिया ४६४
जल-सिमेंट गुणोत्तर १९, १४५
जल-घटी पक्वता नियंत्रक द्रव्ये ७५
आर्द्र चाळण ५७८
शक्ती - नमन २४
शक्ती - उच्च लवकर येणारी ४८, ७१
शक्ति - मिलाव्याची ५९
शक्ति - कर्तन २४
शक्ति - तणाव १९, २४, २७
शॉटक्रीट (वायनीय पद्धतीने लावलेला चुना पहा)
शिलारस ८९, ४५३
शिफारसित मिलाव्याचा कमाल आकार १४६
शिफारसित कमाल अवपात १४१, ४५५
शिस्ट - ९१, ९६, ९७
शीत जोड - ७२, ३३१, ३३५
शीतन -
कृत्रिम ८०, ४०६
कॉंक्रीट नळ योजना ४०६
शीत हवामानातील दक्षता -
त्वरकांचा वापर ७२
मुरवण ४०९
फर्म्याचे विसंवाहन ४१०
मिश्रण २८०
कॉंक्रीट टाकणे ७२, ४०९
शुष्कवेष्टनी पद्धत - कॉंक्रीटच्या दुरुस्तीची, ४२०, ४२६, ४२८
शुष्क प्रक्रिया केलेली वाळू २०४
शुष्कन संकुचन -
जलघटी पक्वता नियंत्रक द्रव्याचा परिणाम
झालेले ७५
कारणे १६, १७

परिणाम - मिश्रणांच्या प्रमाणांचा ३८
गाराभराईचा चुना ४८६
पूर्व बंधनित कॉंक्रीट ४५९, ४६०
शेल - ५५, ९७, १३३
विस्तारित, ४५२, ४५४
भिलाव्यातील २२०
शैलवर्ग निवरणात्मक, मिलाव्याची परीक्षा - १२९, ५१८

स

समायोजन - मिश्रणाचे, १३९, १५२
समापन चांचणी यंत्राचे- ५८३
सर्पण कॉंक्रीटचे २७
ने बाधित झालेले
हवा व जलाचा अंश ४१
कॉंक्रीटमधील प्रतिबले, १९
पूर्व प्रतिबलित कॉंक्रीटमधील परिणाम ४६४
सफाई (सफाई करणे) तसेच (तरण, पट्टी भाराने थापी काम करून)
पृष्ठभागाचे प्रकार
रचित ३८८
अरचित ३९५
रंगीत ४७८
फरशीच्या गरजा ४६९
रचित पृष्ठभाग (F_1 F_2 F_3 F_4 F_5) ३८८
अपघर्षण (फरशी) ४७६
उच्चगति जलप्रवाह, गरजा ३९८
निसरडी न होणारी ४७७
वायवीय पद्धतीने लावलेला चुना ४७९, ४८४
घोत्याने घासलेला ३९३
वाळूची प्रतवारी, परिणाम ५८
वालुक्षेपण ३९४
जिन्याचे उभार ३९१
दगडाने घासलेली ३९१
दगडी वाळू ३९२
पृष्ठभाव, निर्वातन होऊ शकणारा ३९८, ३९९
टेरेझो ४७९

अरचित पृष्ठभाग (u_1 u_2 u_3 u_4 u_5) ३९५
निर्वातन प्रक्रिया केलेला ३९४

सचिच्छद्र आंतर्नाल्या (पाये) २८६
सच्छिद्र कॉंक्रीट वियोजनामुळे बनलेले ७९
समयपूर्व ताठरपणा (आभासी पक्वता पहा) –
सरक फर्मा (अस्तर यंत्र) ३४९
सघन आयतन – १५, १४७, १४८
सल्फेट –
बाधा ११
भूजलातील १२, १३७
मिश्रण जलातील ६९
लवणे – ११, ६९, ९९
सल्फेट प्रतिविरोधी सिमेंट (प्रकार V) ४९
सल्फाईड खनिजे ९९
सल्फरची टोपी ५७४
साय – १००, २८६
साचे –
डबडी २७५, ५७?
पुठ्ठ्याचे २७५
बिडाचे ५७१
नळकांड्यावर टोपी घालणे ५७४
सापेक्ष आर्द्रता चाचणी (बांधकामाचे घटक) ६०४
सायलेज रसांचा दृढीभूत कॉंक्रीटवरील परिणाम १०
सायफन (एकसंघ) २९९, ३४२
साठवण, सिमेंट २२५
सिमेंट –
क्षेत्रीय असाधारण कार्य २२३
आयु – २२५
वायुधारण – ४५
वायु वियोजनित २२६
क्षारांश – ४४
क्षार प्रतिरोधक ४९
प्रमाण नियंत्रण २३०, २४४, २५०

खंगर, - ३४४
कमी ज्वलनाचा परिणाम ४४
गंध विस्तरण व संकुचन गुणांक १७, ५६
समिश्र रचना ४२, ४५, ४८
निरनिराळ्या प्रकारची संपीडन शक्ति ४६
अंश ३३, १४०, १४७
ने बाधित —
मिलावा - ७०
वायुअंश, (धारित वायू) ३३
वाळूचा सूक्ष्मता गुणांक (सू. गु.) ५८
संगणन ५५४
करता चांचण्या ५५२
संकुचन जोडाची गाराभराई २२६
व्याख्या ४४
साठवणातील हानि (चांचणी) २२५
बचत मिलाव्याच्या प्रतवारीने बाधित ६९
काँक्रीटवरील परिणाम,
सरपण व विस्तरणता ४०
टिकाऊपणा ३४, ५१
प्रत्यास्थता ४०
पारगस्यता ३६
क्षरण प्रतिरोध ३६
शक्ती ३९, ४५
तपमान वाढ ४५, ४७
औष्णिक गुणधर्म ४१
एकक वजन, ४१
आयतन परिवर्तन ३८
सुकार्यता ३३
आभासी (दिखाऊ) पक्वता १, १३६, २२३, २२५
सूक्ष्मता ५०
वायुपारगम्यता चांचणी ५०
काँक्रीटवरील परिणाम ५०
गढूळपणा मापी चांचणी ५०

आतील असंबंधित द्रव्य २४२
मुक्त चुन्याचा अंश ४६
शिलपि १७
गारामराईचा चुना ४८६
जलयोजन उष्णता निरनिराळ्या –
प्रकारांची ४५
नियंत्रण ८०
उच्च लवकरची शक्ति (प्रकार III) ४८
उच्च - सिलिका गारामराईच्या चुन्यातील
संकुचन कमी करण्याकरता ४८९
निरीक्षण, क्षेत्रीय २२३
अन्वेषणे, डेन्व्हर प्रयोग शाळेतील १३६
हानि, शुष्क प्रमाण नियंत्रणातील २२४, २४५
ज्वलनानंतरची हानि ४४
कमी क्षार असलेल्या ४४
कमी उष्णतेचे (प्रकार IV) ४९
विनिर्मिती ४२
सुधारित (प्रकार II) ४८
चुन्याचे लेप (सिमेंटच्या चुन्याचे लेप व अस्तरें पहा)
पोर्टलंड, व्याख्या ४२
पोटॅशियम अंश, चा परिणाम ४५
विलंबक ४४
सोडियमचा अंश, चा परिणाम ४५
विशिष्ट गुरुत्व १४०
विशिष्ट पृष्ठ (सूक्ष्मता) ५०
मानक (प्रकार I) ४८
साठवणाच्या गरजा २२५
निरनिराळ्या प्रकारांच्या पासून शक्ति ४५
सल्फेट प्रतिरोधक (प्रकार V) ४९
तपमान नियंत्रण २२५
चांचण्या, स्वीकृती २२३
काल, दृढीकरणाचा ४४
कार ४५

पाण्याची गरज, जलयोजनाकरता १४
वजनातील विचरणे २२४, २४५
सिमेंटच्या चुन्याचा लेप व अस्तरे (पोलादी नळ)
कोने, कोपरे, खास भाग ४९९
प्रयुक्ति ४९०
मुरवण ४९३, ४९७
बाहेरील लेप ४९५
जागेवर लेप देणे, जोडांवर ४९९
जागेवर टाकलेली चुन्याची अस्तरे ४९१
आतील अस्तरे ४९८
द्रव्ये ४९४
पद्धत- टाकण्याची ४९४, ४९५, ४९८
पृष्ठभागाची पूर्व तयारी ४९१, ४९४
सिमेंट रिक्तता गुणोत्तर (टॅलबाट व रिचार्ट) ४३
सिमेंट पोर्टलंड – पोझोलान ४९
सिद्धीकरण बांगडी (चाचणी यंत्राचे समापन) ५८७
सिलिका –
मिलाव्यातील, ५५, ९८
सिमेंटमधील ४२, ४८९
पोझोलानातील १३४
ओपॅलाईन ९८
सुधारित सिमेंट (प्रकार II) ४८
सुघट्य प्रवाह (सरपण पहा) –
सुघट्यता, अवयात चाचणीवरून मापन केलेली २७४
सुकार्यता –
ने बाधित –
संमिश्रणे ५२
मिलाव्याची प्रतवारी ५, ५३, ५८, ६४
सिमेंटची सूक्ष्मता ५०
फोडलेला मिलावा ५३, ६५, २०५
धारित वायू ३३
कणाचा आकार ५७
वाटाण्यासारखा कंकर ६५

पोझोलान ५१
वाळू, सूक्ष्मता गुणांक (सू. गु.) ५८
कमी आकाराचा कंकर २०८, २१४
जलांश ५, १४०, २०७
नियंत्रण २७०
अवपात चांचणी - एकसूचक ५, ५४९
सूक्ष्म मिलावा (वाळू पहा) –
सूक्ष्मता, सिमेंट (विशिष्ट पृष्ठही पहा) ५०
सूक्ष्मता गुणांक (सू. गु.) वाळूचा ६१
परिणाम काँक्रीटवरील ५८
चांचणी ५१७
सूत्रालेख, सिमेंडची संमिश्र बनावट निश्चित करण्याकरता ४५
सूक्ष्म मिलाव्यातील मुक्त आर्द्रता ५२९
सोपे केलेले कालव्याचे काँक्रीटचे अस्तर ३६३
सोडा अँश - ४३८
सोडियम क्लोराईड - काँक्रीटमधील ६९
सोडियम हायड्रॉक्साईड, चांचणी सेंद्रिय अपद्रव्य ३५
सोडियमचा, सिमेंटमधील परिणाम ४५
सोडियम सल्फेट चांचणी १२९, ५४१
संमिश्रणे - २२६
त्वरक ७०, २५७
वायुधारक द्रव्ये ७२, २५७
डेन्व्हर प्रयोगशाळेतील चांचण्या १३७
अल्युमिनमची भुकटी -
गारभराईचा चुना ४८७
पूर्ववेष्टनित काँक्रीटकरता चुना ४६०
काँक्रीटची दुरुस्ती ४३१
प्रमाण नियंत्रण - २५३
कॅल्शियम क्लोराईड ७१
ने बाधित क्षार-मिलावा प्रक्रिया ७६
ने बाधित काँक्रीटची शक्ती ७४
वाटप यंत्र २५५
वापर २२७, २८९
रंगीत रंजक द्रव्ये (फरशी) ४७८

डायटोमेशस मृत्तिका (पोझोलान पहा)
हायड्रॉक्सिलेटेड कॅबॉक्सिलिक अम्ले ७४
मात्रा ७५
लिग्नो सल्फॉनिक अम्ले ७४
(पक्वता) मंदक ७४
जलघटो पक्वता नियंत्रक ७४
जल-घटो पक्वता त्वरक ७४
जल-घटी पक्वता विलंवी ७४, २२७
मात्रा ७५
धारित वायूवरील परिणाम ७५
शुष्कन संकुचनावरील परिणाम ७३
टिकाऊपणावरील परिणाम ७३
चांचणीपद्धत व स्वीकृती ५९५
उपयुक्तता चांचण्या २३७
संमिश्रण, वाळू. – ८८, १९४
संदाबन, स्पंदन करून – ३२०, ३४०, ३६४, ३७८, ४६८
परिणाम, शीत जोडावरील ३७८
संदाबन, पूर्वनिर्मित कॉंक्रीट नळ – ३७४
संयुगे, मोहोरबंदी ३२९, ४०२
वापर, ४०३
संपीडक शक्ति (पहा शक्ति, संपीडक)
संगजिरे – ४४
संवाहकता औष्णिक ३२, ४१
संघनता (अवपातही पहा) ५, १४०, २७०
संरचित जोड –
बंध आणि गरजा २८६
स्वच्छता करण्याची कामे २८७
व्याख्या २८६
रचित उपचार २९५
खोबणी ३०३
अनुदैर्घ्य २७८, ३४२
चुन्याचा थर ३२१
बोगद्याचे अधस्तर ३४२

जलरुद्धता २८६,३२१
संरचनेच्या प्रगतीचे अहवाल १७८
संदूषित करणारे पदार्थ –
मिलाव्यातील ५४, ९९, १२९, २१६
पाण्यातील ६९
चांचण्या ५३३
संकुचन (आयतन परिवर्तनही पहा) चा गुणांक, १७, ५६
संकुचन जोड -
कालव्याची अस्तरे ३६०
सिमेंट, गारभराईकरता २२६
किमान रुंदी गाराभराईकरता ८१
संयुक्त समितीचा अहवाल ९
संगमरवरी दगड - ९७
संनिहित भाग
क्षरण ३०८
हानि, अतिलवकर फर्मे काढून घेण्याने बंधाला झालेली ३८४
तपासणी ३०५ ३०७
संयत्राचा आराखडा आणि पद्धती ३०९
संरक्षण –
संनिहित धातू ३०७, ३८४
ताजे कॉंक्रीट ४०८, ४७६
जुने कॉंक्रीट, अपक्षयाविरूद्ध ४३९
संदर्भ सूचि, तपासणी केलेल्या बाबी ३०७
संदर्भ, निवेदक कॉंक्रीटच्या संबंधी ६१५
संरचन कॉंक्रीट, स्वीकृतीचांचणी जल-घटी पक्वता - विलंबी द्रव्याकरता ५९५
संक्षिप्तीकरण - चांचणी आधार सामग्रीचे १८०
संघनता आणि अवपात, ताजे कॉंक्रीट, ५४१
सकुचन, १५, ३८, ५२, ३६०, ४६४, ४८६
सेंद्रिय अपद्रव्ये,
मिश्रण जलातील, ६९
वाळूतील (चांचणी) ५३६

स्वयंचलित प्रमाण नियंत्रण आणि नोंद, २३२
स्वच्छ करणे,
अम्लाचा वापर, ४२२, ४७२
संरचन जोड, २८६
आर्द्र वालुक्षेपण, २८७
रचित पृष्ठभाग, ३९४
पूर्वतयारी, दुरुस्तीकरता, ४२२
जलरोधक उपचार करण्यापूर्वी, ४४०
पंप नळ्या, ३२०
प्रबलीकरण पोलाद, ३०६, ३८४, ४२६
स्फटिकीय वाढ, १०, ५४
स्पंदन, ३२६, ३३३, ३४०, ३५३, ३५७, ३६४, ३७८, ४६८
परिणाम, शीत जोडावरील, ३८२
परिणाम, टिकाऊपणावरील, ३६
वारंवारता, ३७९
निश्चित करण्याची पद्धत, ३८०
चांचणी नळकांडी, ५६८
स्पंदनक—
क्षमता, ३८२
भारी कॉंक्रीटकरता, ३७९
फर्मा, ३४०
गट, ३३२
स्विस हातोडा (संदाबन चांचणी हातोडा पहा)
स्वीकृति चांचण्या,
वायुधारक द्रव्यांच्या करता, ७३
पोझोलान करता, ५९१
जलघटी, पक्कता विलंबीद्रव्ये ५९५
स्लेट, १७, ९७
स्फोट, निर्वात, ४७३
स्कोरिया, ९६, ४५१

ह

हवेचे बुडबुडे, ३८२
हलक्या वजनाचा मिलावा व कॉंक्रीट ४५१

मिलावा, ५३, ४५९
कॉंक्रीट, ४५१
संरचन नियंत्रण ४५४
हलक्या वजनाचा मरड मिलाव्यातील द्रव्य (चाचणी) ५४१
हलक्या वजनाच्या वाळूतील कणाकरता (चाचणी) ६००
हलक्या वजनाचे वाळूतील द्रव्य (चाचणी) ५३८
हलक्या वजनाचे मरड मिलाव्यातील द्रव्य ५४१
हलक्या वाळूतील द्रव्य, ५३८
हलक्या वजनाचे मिलाव्यातील कण (भार माध्यम विलगत) ६००
हवामान परिस्थिती, दक्षता,
थंड हवामान, २८०, ४०८
धुळीची वादळे, ३३०
गरम हवामान, २७८, ४०८
पाऊस, ३३०
हानिकारक पदार्थ, मिलाव्यातील (दूषित करणारे पदार्थही पहा) २१६
हाताळण्याची कार्य (परिवहनाची उपकरणेही पहा)
मिलाव्याची प्रतवारी – ने बाधित झाली ६४, २०५
पद्धती / आणि उपकरणे,
मिलावा, २०५
सिमेंट, २२४
कॉंक्रीट, २७४, ३०९
दक्षता (कॉंक्रीट), २७४
वियोजन – कालातील ३१०
अवपात हानि – कालातील, ३१०
हानी, ज्वलनानंतरची, ४४
" हिम पादत्राणे " २८६, ३३५
हीरावेधन, ५०५
ह्यूमस, मिलाव्यातील, ५४

क्ष

क्षरण (गंज) कॉंक्रीटचे, १०
क्षरण, संमिहित भागांचे ३०७

क्षरण, कॉंक्रीटचे,
कारणे, १२
परिणाम, मिश्रणाच्या प्रमाणावरील, ४०
क्षार - माती व पाण्यातील, कॉंक्रीटवरील परिणाम, १०
क्षार–मिलावा प्रतिक्रिया
ने बाधित झाली
पोझोलान्, ५२
प्रतिक्रिया शील मिलावे, ५५, ९८
कॉंक्रीटवरील परिणाम, ७, ४४
चुना–दंडिका चाचणी, निश्चित करण्याकरता, १३०
क्षेत्रिय नियंत्रण, २५, ७८, १५९
क्षेत्रिय प्रयोग शाळा-
मुरवणाच्या सुखसोयी, १७४
उपकरण, १७१
उद्देश, १६६
आकार आणि प्रकार, १६६
क्षेत्रिय विलगन प्रमाणे, स्वच्छ विलगनांत
परिवर्तित केली (मिश्रण) १८३

युनायटेड स्टेटस् ब्यूरो ऑफ रेक्लमेशन डिपार्टमेंट
ऑफ इंटीरिअर

कॉन्क्रीट मॅन्युअल

या पुस्तकाचे मराठीत भाषांतर करताना इंग्रजी शब्दाकरिता जे मराठी शब्द वापरले ते मूळ पुस्तकातील इंग्रजी शब्द दाखविणारी अक्षर विल्हेवारीने केलेली मराठी – इंग्रजी शब्दावली.

अनुवादक – वि. ह. केळकर

अ

अक्रिय – Inert
अचल भार – Dead load
अनुकरण केलेले – Atomised
अत्यंत पतिकूल परिस्थिती - Pessimisum
अतिप्रभारित – Over charged
अर्थ निर्णय – Interpretation
अधस्तर – Invert, subgrade
अधिभार – Overburden
अध्यारोपण – Superposition
अनभिक्रियाशील – Non reactive
अनाकार – Amorphous
अन्वेषण – Investigation
अनापचेय – Non expendible
अनुकूलतम – Optimum
अनुगामी कड – Trailing edge
अनुदैर्घ्य – Longitudinal
अनुनेय – Amenable
अनुबंधित – Stipulated
अनुविक्षेप – Plan
अनेमी – Tramp
अन्योन्य क्रिया – Interaction
अपकेंद्री – Centrifugal
अपक्व - Green
अपघर्षण - Abrasion, grinding
अपचयी - Expendible
अपमिश्रित – Adulterated
अपसरण – Divergence
अपस्करण - Dispersion
अपक्षय प्रतिरोधकता - Weathering resistance
अपक्षालन – Leachiq
अपक्षेप – Outwash
अभ्युपाय – Expedient
अभिक्रियाशीलता - Reactivity
अम्लीय – Acidic
अरचित – Unformed
अवकलन - Differential
अवतरण तरणी विलयक – Sinkfloat separator
अवतलन – Subsidence
अवपात – Slump
अवधारक नळ – Penstock
अवपंक – Slime
अवसादन – Sedimentation
अवस्थापन – Settlement
अवशोषण –Absorption
अवातमुद्रित – Hermitically sealed
अश्मविद्या – Lithology

अश्रेणिबद्ध प्रतवारी – Gap grading
अश्मरस – Lava
असंक्रमी – Adiabatic

आ

आकार अंशभाग – Size fraction
आकार पृथक्करण - Size separation
आकार वियोजन - ,,
आच्छादन क्षमता - Coverage
आन्तरिक राजस्व कार्यालय - Bureau of Inland Revenue
आन्तर्नालिया - Under drains
(आन्तर्भौम) जलस्तर - (Underground) Water table
आन्दोलक - Agitator
आर्द्रतामापी - Hygrometer
आधार द्रव्य - Matrix
आपाती - Stand by
आभासी पक्वता - False set
आभंड - Tare
आयतन परिवर्तन - Volume change
आयोजन आलख - Schematic diagram
आरंभिक खराबी – Incipient failure
आसवन - Distillation

उ

उच्चालक - Elevator
उडाण रेषा – Spring line
उत्थापक - Lifters
उत्प्रेरित - Actuated
उदासीन करणे - Neturalize
उन्नत – Elevated
उपनिकासी – By pass
उपयोग भार - Service load
उपसा साधन – Bailor
उभार - Rise
उसळून बाहेर येणे - Squrit
उष्णता प्रवणता - Thermal gradient
उष्णता संवाहकता - Thermal conductivity
उष्णतांतरण – Heat transfer
उष्णतादाब पक्वता – Thermosetting

ऋ

ऋजु तेल – Straight oil
ऋतुसहन क्रिया - Weather proofing

ए

एकक वजन - Unit weight
एक केन्द्रित – Concentric
एकरूप होणे – Fusion
एक स्वकृत – Patented

अं

अंकपट्टमापी – Dial gauge
अंडगोल – Spheroid
अंत:कीर्ण – Interpersed
अंतर्ग्रथित – Interlocked
अंतर्वस्तु – Ingradient
अंतर्वेशन - Interpolation
अंत:स्थापन – Embedding
अंत:स्फोट – Implosion
अंत:क्षेपण – Inject
अंतरावकाश – Interstics
अंतराळीय – Intersticial
अंतरित केलेला – Subtended
अंशविभाग – Fraction
अंशांकनित – Calibrated
अंशिक आकार – Size fraction
अंशांकित माप – Graduated scale

क

कडकड आवाज होणे – Crepistation
कडा दाबलेली – Crimped

कणन शक्ति – Breaking strenth
काचित करणे -- Vitrify
काचीय – Vitreous
कायांतरित -- Metamporphic
कार्यसुचि -- Work sheet
काष्ठपूरक – Wood filler
किरणोत्सर्गी समस्थानिक तत्र -- Radio isotope technique
कीलबंदी कांक्रीट -- Naling technique
कुंडली – Helix
कुंडलीदार – Helical
केसासारख्या चिरा पडणे – Curbing
कंगणी – Reglet
कंपिका - Reed

खं

खरबरीत - Tacky
खवणी – Scoop
खनित्र – Excavator
खळगा – Silo
खोबण दात्याचा – Tongue & grooved
खंडितपणा – Fissibility

ग

गढूळपणा मापी – Turbidity meter
गलन उष्णता – Heat of fusion
गाळणे - Skimmer
गुरुत्व वाहन – Gravity feed
गूढ स्फटीय -- Crypto crystaline
गोला चक्की – Bil[mall

घ

घनत्व मापी - Pycnommter
घटक – Ingradient
घर्षण त्रिज्या – Radius of gyration
घूर्णाक्ष – Axis of rotation

च

चल परिणाम –Parameter
चंचुपात्र – Beaker
चालन बांगडी -- Draving ring
चुंबकीय घूर्ण -- Magnetic moment
चुषणी -- Aspirator

छ

छिद्र -- Vesical
छिन्निचे टोक – Gad point

ज

जड - Inert
जलघटी – Water reducing
जल छिद्र – Weep hole
जल योजन – Hydration
जल योजन उष्णता – Heat of hydration
जलरुद्ध – Water logged
जल विच्छेदन – Sopanfication
जलसेतु – Aqueduct
जल स्थैतिक शीर्ष – Hynrostaic head
जलीय वियोजन – Hydrosepartor
जलोच्छालक – Hydraulie jack
जलोढ – Alluvial
जाळी पाडणे – Crazing
जावलाश्मचय – Agglomoration
जोडणे – Splicing

झ

झाप – Flashing
झुकावण – Cant

ट

टाकी – Launder

ठ

ठिकरी – Crock
ठिसूळ – Pulverulent
ठोकणी - Slat

त

तडकणे - Chuking
तनुकारक – Dilutent
तरलता – Fluidity
तलचिन्ह – Bench mark
तलपट्ट – Soleplate
तलोच्छिन्न – Undercut
त्वक्पट्ट – Skin plate
त्वरक – Accelerator
ताप अनुचालित नियंत्रित – Thermostatically Controlled
तापविनिमय यंत्र - Heat exchanger
तापसह मृत्तिका – Fire clay
तापस्थाई – Thermostat
तापस्थापित पक्वता – Thermosetting
त्रिमितीय सूक्ष्मदर्शी – Sterioscopic microscope
त्रिशूल – Three pronged
तीर – Rib
तुहीन – Frost
तैल प्रज्वलित – Oil fired
तोंडावरील छिद्र – Bung hole

द

दऱ्या – Gulches
दलित – Crusher
दर्शक – Index
दक्षिणावर्त – Clock wise
दृढीकारक – Hardener
दृश्यांश – Out crop
द्रवघनमापी – Hydrometer
द्रवीय दृढीकारक – Liquid hardener
द्विनेत्री – Binocular
दुर्दम्य – Stiff
दंड चक्की – Rod mill

ध

धरण चांचणी – Beam test
धनायन विनिमय – Cation exchange
धातुमळ – Slag
धारित – Entranied

न

नतिकोन – Angle of inclination
नदीकृत – Fiuvial
नमन शक्ति – Fiexural strength
नमुनेदार चिरा – Pattern cracking
नरतुंड -- Spigot
नरसाळे -- Tremie
नलकूप -- Well point
निकास पेटी - Blow off box
निकास वायु -- Exaust gas
निथळणे -- Decant
निबल मिश्रण -- Lean mixture
निभार – Dunnage
निमज्जन -- Immersion
निरपेक्ष आयतन – Absolute volume
निर्जलीकरण – Dehydration
निर्धारित क्षमता – Rated capacity
निर्देशांक – Coordinates
निर्वचन - Interpetation
निर्वातन – Cavitation
निर्वात मापी - Vacum gauge
निर्वात साधित – Vacum processed

निरोध करणे – Inhibit
निस्रवण – Bleeding
निस्रावण – Exudation
निक्षारण – Etching
नीटनेटके करणे – Clean up

प

पक्कड – Key
पक्वता – Setting
पक्वता विलंबी – Set retarding
पदसंज्ञा – Deslgnation
पटलीकरण – Encrustation
पट्ट बंध भंजक – Sheet bond breaker
पट्टावाहक – Belt courceyor
पट्टीभवन – Lammiation
पत्रलता -- Scroll
परस्पर व्यापी – Overlapping
परिक्रामी – Resolving
परिचालन -- Operation
परित्र -- Curl
परिनालिका – Solenoid
परिपीडन मापक – Torque measure
परिष्कार -- Refinement
परिवर्तित करणे – Convert
परिवेष्टित – Lagged
परिवात -- Ambient
पश्चाग्र -- Reciprocating
पसरट नलिका – Flume
पल्लुतन -- Foliation
प्रकाशपरावर्तन गुण -- Light reflecting quality
प्रगामी -- Progressive
प्रज्वलन – Ignition
प्रतप्त - Calcined
प्रतलयुक्त -- Planar
प्रत्यक्ष प्रवाह मापी -- Direct flow measure
प्रत्यक्ष प्रवाह पद्धती – Direct flow method
प्रत्यास्थता -- Elasticity
प्रत्यास्थता गुणांक -- Modulus of elasticity
प्रतिवर्ती प्रवाह पद्धती – Reverse flow method
प्रतिशोधन -- Revision
प्रद्रवित – Smelted
प्रदेश वर्णन Topography
प्रबाधिका – Monograph
प्रभाजक – Fraction
प्रभाजन – Fractionation
प्रमाण नियंत्रण -- Batching
प्रमाण नियंत्रक -- Batching plant
प्रेरित -- Induced
प्रलंबी –Overhanging
प्रवणिका – Chute
प्रवाहक कड -- Leading edge
प्रवेश्यता -- Permiability
प्रशमन केलेली – Compounded
प्रशीतन -- Refregeration
प्रस्फुटन -- Efflorecence
प्रस्ताव -- Discharge
प्रक्षालन -- Flushing
प्रक्षेप -- Project
पाचर जोड -- Splines
पाठ्यांक -- Reading
पाणवण -- Priming
पातप्रवणिका -- Drop chute
पापुद्रा निघणे -- Encrustation
पायसीकृत -- Emulsified
पारगम्यता – Permeabihity

पारवाहन – Tranist
पारेषण – Transmission
पाशबद्ध – Locked
पार्श्विक – Lateral
पांजणीकर -- Sizer
प्रामाण्य – Validity
पुन:प्रापण – Reclamation
पुन: रचना करणे - Revamp
पुरस्थापन – बिंदू – Point of introduction
पूरक – Filler
पूरण प्रतले – Fill planes
पूर्व कथन – Prediction
पुर्व निर्मिती – Precast
पूर्व प्रतिबलित - Precast
पूर्वे पहाणी – Reconaissance
पुर्व वेष्टनित – Prepacked
पुर्वेक्षण – Prospecting
पोकळ – Drummy
पोत – Texture
पोतभित – Bulk head
पोषक – Feeder

फ

फुलणे – Slake
फुलविणे – Expand
फेनन द्रव्य - Foaming agent

ब

बलशून्य – Neutral
बहुवर्णी – Varicoloured
बरदान दण्ड – Tare bar
बाष्पशीतन – Eveporation cooling
बंद परिपथ - Closed circuit
बंधित कॉंक्रीट – Bonded concrete

भ

भामा प्र. – M H S
भरपाई – Offset
भारमितीय -- Gravimetric
भ्रामी -- Gyratory
भित्तीपट्ट -- Wales
भग्नाश्म -- Talus
भूपृष्ठीय -- Geodetic
भुसा -- Excelsior
भेदन -- Cleareage
भेद्नीय – Vulnerable
भंजन – Yielding

मथना वेधक – Churn drill
मलवा निर्मित -- Detrital
मसुराकार -- Lenticular
माप नळी -- Gauge glass
मार्गाधिकार -- Right of way
मिलावा -- Aggregate
मिश्रपिंडाश्म -- Conglomorate
मुक्त प्रवाह -- Open flow
मृदाशोषक -- Soil sokar
मृदुकरण जल -- Tempering water
मेजपट्टी -- Screed
मोकळीक -- Leeway
मोजपट्टी - Template
मोडबांध -- Diversion weir
मंदक -- Retarding

य

यानावर चढविलेली स्थिती -- F. O. B.
युग्मन -- Coupling
योग्यकर्ता -- Totalizer
योग्य तऱ्हेने भाग धरून ठेवण्याचे साधन -- Jigging

र

रवी – Stirrer
रसाकर्षी – Osmotic

राळदार -- Resinous
रुक्षता -- Harshness
रूपांतकारक घटक -- Modifying factors
रूमामस्तकी -- Mastic
रेखिक - Linear
रोधक पात्र -- Catch basin
रोहित्र -- Transformer
रंजक - Pigment

ल

लाक्षारस -- Laquer
लेखाचित्रीय अभिलेखक --Graphical recorder
लोहमय -- Ferruginous

व

वर्गक, वर्गिकार -- Classifier
वर्णनमापक चांचणी -- Colorometric test
वसीय -- Fatty
वहन विक्षेपण -- Vehical dispersion
वहन क्षमता -- Fluidity
वाटा -- Batch
वातभट्टी -- Blast furrnacl
वामावर्त -- Anticlock wise, Counterclock wise
वायुपारगम्यता उपकरण -- Air permiability apparatus
वायुप्रवाह नलिका -- Draft tube
वायुवर्धक - Air booster
वायुवियोजनित -- Air separated
वायवीय -- Peneumatic
वारंवारता -- Frequency
वालुक्षेपण -- Sand blasting
व्यापार नाम -- Trade name
विकर्णतः -- Diagonally
विकर्णताभिमुखी -- Diagonally opposite
विकृत केलेले -- Denatured
विखरून जाणे -- Spall
विघटन -- Decomposition
विघटन करणे -- Disrupt
विचरण गुणांक -- Coefficient of Variation
विचलन -- Departure, Variation
विच्छेदन -- Disintegration
विजातीय -- Heterogeneous
विदरण प्रतल -- Cleavage plane
विद्युत विश्लेष्यकी -- Electri type
विद्युत् संयंत्र -- Power plant
विनिमय -- Regulation
विभंजन -- Fracture
विभाजन -- Splitting
वियोजन -- Segregation
विराम घड्याळ -- Stop watch
विलग करणे -- Cut off
विलायक -- Solvent
विलेय लवण -- Soluble salt
विलंबी -- Retarding
विलंब -- Hang up
विशाखन -- Twin out
विसरण -- Dissipation
विषम दिक् -- Anisotropic
विसर्जन (विद्युत्) ८- Discharge etc.
विश्राम -- Angle of repose
विसरण -- Dissipation
विसरण शीलता -- Diffusivity
विस्थापन -- Displacement
विस्थिति -- Offset

विक्षेपण – Dissipation
व्युत्पन्न – Derlvation
वेदी निक्षेप – Terrace deposit
वेला यंत्र – Timer
वेलांतर रेषा – Time interval line
वेष्टक -- Sheathing
वैश्लेषिक – Analytical

श

श्यान -- Viscous
श्लिषि – Gel
शील तणावित – Cold drawn
श्रेणीकरण रेषा – Gradation line
शैल वर्ग विवरण – Petrography
शैल विज्ञान शास्त्र – Petrography
शोषक -- Drier
शोषनलिका -- Pipette
शंखाभ – Conchoidal

स

सघर्षण -- Attrition
सचेत – Live
सजल -- Hydurs
स्खलन -- Slop
स्पंपन – Pulsation
सर्पिल – Sprial
सर्पण – Creeb
सफाईदार -- Slick
समन्वेषण -- Exploration
समपरिष्करण -- Benefication
समपार्श्विक – Prismatic
सममूल्य – Equivalent
सममित – Symmetrical
समय निर्धारण -- Timing
समापन -- Calibration
समांतरण -- Parrallelism
समांगता -- Soundness
सरकफर्मा पट्टी -- Slip form screed
सरल पट्टी -- Straight edge
सहाध्यक -- Sattelite
स्फोटक -- Popout
स्वजात – Autogenous
स्वयं अपक्रामणी -- Self priming
सापेक्ष आर्द्रता -- Relative humidity
साम्यावस्था -- State of equilibrium
स्वाम्य -- Propritory
सिद्धीकरण बांगडी -- Proving ring
सांख्यिकीय साधन -- Statistical tool
सुगमता – Accessibility
सुनम्य Fiex
सुसंजनता – Consistancy
सूचक तबकडी -- Indicating dial
Tell tale dial
सूक्ष्मदर्शी -- Microspic
सूक्ष्मफाटीय – Micro crystalline
सूत्रालेख – Nomograph
स्थूलदर्शी -- Megascopic
स्वेदन -- Sweating
संकेत संहिता फलक -- Signal code board
संक्रमक -- Transition
संघनता -- Consistancy
संघट्टन -- Imapct
संतोलक -- Poises
स्तंभ भूमिका – Post hole
संधारण -- Servicing
संविहित -- Embedded
संनीडक Compressive
संपृक्त – Saturated
समरण झडप -- Check valve

संमिश्रक वाळू – Blending sand
संमीलित होणे -- Coalescence
संयुग -- Compound
संयोजी – Cementing
संवरक - Selector
संवातन - Ventilation
संवाहकता – Conductivity
संसक्ति -- Adhesion
संसजनकता -- Choesiveness

ह

हमीदार -- Under writer
हिमद्रवण -- Thawing
हिमानी निक्षेप – Glacial edosits
हिमानी हवामान -- Freezing weather
हिमोड -- Morain
हंसड्रीवा – Goose neck

क्ष

क्षय – Disspation
क्षालन – Rnising

युनायटेट स्टेटस् ब्यूरो ऑफ रेक्लमेशन डिपार्टमेंट
ऑफ इंटीरिअर

कॉन्क्रीट मॅन्युअल

या पुस्तकाचे मराठीत भाषांतर करताना इंग्रजी शब्दाकरिता जे मराठी शब्द वापरले ते मूळ पुस्तकातील इंग्रजी शब्द दाखविणारी अक्षर विल्हेवारीने केलेली इंग्रजी – मराठी शब्दावली.

अनुवादक – वि. ह केळकर

A

Abrasion -- अपघर्षण

Absoult volume -- निरपेक्ष आयतन

Absorption – अवशोषण

Acceleration -- त्वरक

Accessibility सुगमता

Acidic – अम्लीय

Activated – उत्प्रेरित

Adhesion – संसक्ती

Adiabatic – असंक्रमी

Adulterated – अपमिश्रित

Agglomeration – ज्वालाश्मचय

Aggregate – मिलावा

Agitator – आन्दोलक

Air-booster – वायुवर्धक

Air permeability apparatus – वायु पारगम्यता उपकरण

Air separated – वायुवियोजनित

Alluvial – जलोढ

Ambient – परिवात

Amenable – अनुनेय

Amorphous -- अनाकार

Analytical – वैश्लेषणिक

Angle of inclinaton – नतिकोन

Angle of repose -- विश्राम कोन

Anisotropic -- विषम दिक्

Anticlockwise – वामावर्त

Aqueduct – जलसेतु

Asprirator – चूषणी

Atomised -- अनुकरण केलेले

Attrition– अणुकरण केलेले

Autoegenous–संघर्षण

Axis of rotation – घूर्णाक्ष

B

Bailer -- उपसा साधन

Ball mill – गोला चक्की

Barometer– वायुदाब मापी

Batch वाटा

Batching -- प्रमाण नियंत्रण

Batching plant -- प्रमाण नियंत्रक

Beaker -- चंचुपात्र

Beam test– धरण चाचणी

Belt conveyor – -- पट्टावाहक

Bench mark – तल चिन्ह

Benefication – समपरिष्करण

Binocular – द्विनेत्री

Blast furnace -- वातभट्टी

Bleeding -- निस्त्रवण

Blending sand – संमिश्रक वाळू

Blow off box निकास पेटी

Bonded concrete -- बंधित कॉंक्रीट
Breaking strength -- कणन शक्ति
Bulk head -- पोत भित
Bung hole -- तोंडावरील छिद्र
Bureau of internal revenue
आन्तरिक राजस्व कार्यालय
By pass -- उपनिकासी

C

Calcined -- प्रतप्त
Caliberated -- अशांकनित
Calibration -- समापन
Cant -- झुकाव
Cation exchange -- धनायन विनिमय
Cvaitation -- निर्वातन
Catch basin -- रोधकपात्र, पाणवठा
Cementing -- संयोजी
Centrifugal -- अपकेंद्री
Cheeking -- तडकणे
Check valve -- संमरण झडप
Churn drill -- मथनावेधक
Chute -- प्रवणिका
Classifier -- वर्गीकार, वर्गक
Clean up -- निटनेटके करणे
Cleavage -- भेदन
Cleavage plane -- विदरण प्रतल
Clock wise -- दक्षिणावर्त
Closed circuit -- बंद परिपथ
Coalscence -- संमीलित होणे
Coefficient of Variation -- विचरण गुणांक
Cohesilveness -- संसंजनता
Cold drawn -- शीत तणावित
Colorometric test -- वर्णमापक चांचणी
Compound -- संयुग
Compounded -- प्रशमन केलेली
Compressive -- संपीडक
Concentric -- एक केंद्रित
Conchoidal शंखाभ
Conductivity -- संवाहकाता
Conglomorate -- मिश्र पिंडाश्म
Consistancy -- संघनता, सुसंजनता
Convert - परिवर्तन करणे
Co-ordinates -- निर्देशांक
Counter clockwise -- वामावर्त
Coupling -- युग्मन
Coverage -- आच्छादन क्षमता
Crazing -- जाळी पडणे
Creep -- सर्पण
Crepistation -- कडकड आवाज होणे
Crimped -- कड दाबलेले
Crock -- ठिकरी
Crusher -- दलित्र
Crypto Crytalline -- गूढ स्फटीय
Curb -- परित्र
Curbing -- केसासारख्या चिरा पडणे
Cut off -- विलग करणे

D

Dead load -- अचल भार
Decant -- निथळणे
Decomposition -- विघटन
Dehydration -- निर्जलीकरण
Deleterous -- हानिकारक
Denatured -- विकृत केलेले
Departure -- विचलन
Derivated -- व्युत्पन्न
Designation -- पदसंज्ञा
Detrital -- मलवानिर्मित
Dial gauge -- मापीअंकपट्ट
Diagonally -- विकर्णतः
Diagonally opposit -- विकर्णताभिमुख

Differential -- अवकलन
Diffusivity – विसरण शीलता
Dilutant – तनुकारक
Direct flow meter – प्रत्यक्ष प्रवाह मापी
Direct flow method -- प्रत्यक्ष प्रवाह पद्धती
Discharge (electricity) – विसर्जन (विद्युत्)
Discharge -- प्रस्राव
Disintegration – विच्छेदन
Dispersion – अपस्करण
Displacement -- विस्थापन
Disrupt – विघटन करणे
Dissipation -- विक्षेपण, क्षय, विसरण
Distillation -- आसवन
Divergence – अपसरण
Diversion dam -- मोड बांध
Draft tube -- वायु प्रवाह नलिका
Drier – शोषक
Driving ring -- चालन बांगडी
Drop chute -- पात प्रवणिका
Drummy – पोकळ
Dunnage -- निभार

E

Efflorecence – प्रस्फुटन
Elasticity – प्रत्यास्थता
Electrotype -- विद्युत् विश्लेष्यकी
Elavated – उन्नत
Embedded -- संनिहित
Embedding -- अंतस्थापन
Emulsified -- पायसीकृत
Encrustation -- पपुद्रा निघणे, पटलीकरण
Entranied – धारित
Equigrannular -- समकणी
Equilibrium साम्यावस्था
Equivalent – सममूल्य
Etching – निक्षारण
Evaporation – cooling बाष्पशीलन
Exaust gas – निकास वायू
Excavator -- खनिज
Expand – फुलविणे
Expedient -- अभ्युपाय
Expendable – अस्चयी
Exploration – समन्वेषण
Exudation -- निस्त्रावण
Exulsiar – भुसा

F

False set – आभासी पक्वता
Fatty – वसीय
Ferruginous -- लोहमय
Filler -- पूरक
Fill planes – पूरक प्रतले
Fissibility – खंडितपणा
Fire Clay -- तापसह मृत्तिका
Flashing – झाप
Flex – सुनम्य
Flexural strength -- नमन शक्ति
Fluidity -- वहन क्षमता, तरलता
Flume -- पसरट नलिका
Flushing – प्रक्षालन
Fluvial – नदीकृत
Foaming agent -- फेनन द्रव्य
F. O. B. -- यानावर चढविलेली स्थिती
Foliation -- पल्लवन
Fraction -- अंशविभाग, प्रभाजक
Fractionation – प्रभाजन
Fracture -- विभंजन
Freezing weather -- हिमानी हवामान

Frequency -- वारंवारता
Frost – तुहीन
Fussion – एकरूप होणे

G

Gad point – छिन्नीचे टोक
Gap grading – अश्रेणीबद्ध प्रतवारी
Gauge glass – मापनळी
Gel – श्लिषी
Geodetic -- भूपृष्ठीय
Glacial deposit – हिमानी निक्षेप
Goose neck -- हंसग्रीवा
Grduated scale – अंशांकित माप
Graduation line -- श्रेणीकरण रेषा
Graphic recorder लेखाचित्रीय अभिलेखक
Gravimeter – भारमितीय
Gravity feed – गुरुत्व वाहन
Green – अपक्व
Grinding – अपघर्षण
Gulches – दऱ्या
Gyratory – भ्रामी

H

Hang up – विलंब
Hardener – दृढीकारक
Harshness – रुक्षता
Heat exchanger – तापविनिमय यंत्र
Heat of fussion – गलन उष्णता
Heat of hydration जल योजन उष्णता
Heat transfer उष्णतांतरण
Helical – कुंडलीदार
Helix – कुंडली
Heterogenous – विजातीय
Hermitically sealed – अवात मुद्रित
H M S – मामाप्त
Hydration – जलयोजन
Hydraulic jack – जलोच्चालक
Hydrometer द्रवघनमापी
Hydroseparator जलीय वियोजक
Hydrostatic head जलस्थैतिक शीर्ष
Hydrus – सजल
Hygrometer – आर्द्रता मापी

I

Ignition – प्रज्वलन
Immersion – निमज्जन
Impact – संघट्टन
Implosion – अंत.स्फोट
Incipient failure – आरंभिक खराबी
Index – दर्शक
Indicating dial -- सूचक तबकडी
Induced -- प्रेरित
Inert – जड, अक्रिय
Inflexibility – ताठरपणा
Ingradients - घटक
Inhibit – निरोध करणे
Inject -- अंतक्षेप करणे
Insulation -- विसंवाहन
Interlocked – अंतर्ग्रंथित
Interpolation अंतर्वेशन
Interpretation – निर्वचन, अर्थनिर्णय
Interstices – अतरावकाश
Intersticial – अंतराळीय
Interspersed – अंत:कीर्ण
Invert – अधस्तर
Investigation – अन्वेषण

J

Jigging - योग्य तऱ्हेने भाग धरून ठेवण्याचे साधन

K

Key – पक्कड

L

Lagged – परिवेष्टित
Lamination – पट्टीभवन
Laquer – लाक्षारस
Lateral -- पार्श्विक
Launder – टाकी
Leaching -- अपक्षालन
Leading edge – प्रवाहक कड
Lean mix – निबल मिश्रण
Lee way -- मोकळीक
Lenticular – मसुराकार
Lifters -- उत्थापक
Light reflecting qualities – प्रकाश परावर्तन गुण
Linear – वैश्विक
Lithology -- अश्मविद्या
Liquid hardner – द्रवीय दृढीकारक
Live – सचेत
Locked – पाशबद्ध
Longitudinal – अनुदैर्घ्य

M

Magnetic moment – चुंबकीय घूर्ण
Mastic – रूमामस्तकी
Megascope -- स्थूलदर्शी
Metamorphic – कायांतरित
Microscope – सूक्ष्मदर्शी
Microcrystalline -- सूक्ष्मस्फटीय
Modifying factors -- रुपांतरकारक घटक
Modulus of elasticity – प्रत्यास्थता गुणांक
Monograph – प्रबंधिका
Morain – हिमोल

N

Nailing concrete -- कीलबंदी कॉंक्रीट
Neucleur- radiation – अणुगर्भीय प्रारण
Neutral – बलशून्य
Neutralize – उदासीन करणे
Nomograph – सुत्रालेख
Nonexpendible – अनापचेय
Non-reactive – अनभिक्रियाशील

O

Offset -- विस्थिती, भरपाई होणे
Oil fired – तैल प्रज्वलित
Open flow – मुक्त प्रवाह
Operation – परिचालन
Optimum – अनुकूलतम
Osmotic -- रसाकर्षी
Outcrop – दृश्यांश
Outwash – अपक्षेप
Overburden – अधिभार
Overcharged – अतिप्रभारित
Overhanging – प्रलंबी
Overlap – परस्परव्यापी

P

Pack – वेष्टन
Parallelism -- समांतरण
Parameter – चलपरिणाम
Patented – एकस्वकृत
Pattern cracknig – नमुनेदार चिरा
Penstock – अवधारक नळ
Permeability – पारगम्यता, प्रवेश्यता
Pessimisum – अत्यंत प्रतिकूल परिस्थिती
Petrography – शैलवर्ग विवरण, शैलविज्ञान शास्त्र
Pigment – रंजक
Pipette – शोष नलिका
Plan – अनुविक्षेप
Planar – प्रतलयुक्त
Pneumatic -- वायुवीय

Point of introduction – पुरस्थापन बिंदु
Poises – संतोलक
Popout – स्फोटक
Post hole – स्तंभसुचिका
Power plant – विद्युत संयंत्र
Precast – पुर्वनिर्मित
Prediction – पूर्वकथन
Prepacked – पूर्ववेष्टनित
Prestressed – पूर्वप्रतिबलीत
Priming – पाणवणे
Prismatic -- समपार्श्वीय
Progressive – प्रगामी
Projection - प्रक्षेप
Propritory – स्वाम्य
Prospecting – पूर्वेक्षण
Proving ring -- सिद्धीकरण बांगडी
Pulsation -- स्पंदन
Pulverulent -- विसुळ
Pycnometer – घनतामापी

R

Radio isotope technique – किरणोत्सर्गी समस्थानिक तंत्र
Radious of gyration – घूर्णन त्रिज्या
Rated capacity -- निर्धारित क्षमता
Reactivity – अभिक्रियाशीलता
Reading – पाठ्यांक
Reciprocating -- पश्चाग्र
Reclamation -- पुन:प्रापण भूमिउद्धरण
Reconaissance – पूर्व पाहणी
Reed – कंपिका
Refinement -- परिष्कार
Refregeration – प्रशीतन
Reglet – कंगणी
Regulation – नियमन
Relative humidy – सापेक्ष आर्द्रता
Resinous - राळदार
Retarding - मंदक, विलंबी
Revamp - पुन: रचना करणे
Reverse flow method - प्रतिवर्ती प्रवाह पद्धती
Revision - प्रतिशोधन
Revolving - परिक्रामी
Rib - तीर
Right of way - मार्गाधिकार
Rinsing - क्षालन
Rise - उभार
Rod mill - दंड चक्की

S

Sand blast - वालु क्षेपण
Saponification - जल विच्छेदन
Sattelite - सहाय्यक
Saturated - संपृक्त
Schematic diagram -- आयोजन आरेख
Scoop - खवणी
Screed – मेजपट्ट्या
Scroll - पत्रलता
Sedimentation - अवसादन
Sgregation - वियोजन
Selector - संवरक
Self priming - स्वयं अपक्रामणी
Servicing - संधारण
Service load - उपयोग भार
Set retarding – पक्वता विलंबी
Setting - पक्वता
Settlement - अवस्थापन
Sheath - वेष्टक
Sheet band breaker – पट्टबंध भजक
Signal code board–संकेत संहिताफलक

Silo - खळगा
Sink float separator – अवतरण तरणी विलगक
Size fraction - अंशिक आकार, आकार अंशभाग
Sizer - पांजणीकार
Size separation - आकार पृथक्करण, आकार वियोजन
Skimmer – गाळणे
Skin plate - त्वक् पट्ट
Slag - धातुमल
Slake - फुलणे
Slat – ठोकणी
Slick – सफाईदार
Slime – अवपंक
Slip form screed - सरक फर्मा पट्टी
Slop – स्खलन
Slump – अवपात
Smelted - प्रद्रवित
Soil soaker - मृदा शोषक
Solenoid - परिनालिका
Soleplate – तलपट्ट
Soluble salt - विलेय लवण
Solvent - विलायक
Soundness - समांगता
Spall -- विखरून जाणे
Spheroid -- अंडगोल
Spigot - नरतुंड
Spiral - सर्पिल
Spllicig - जोडणे
Spline - पाचर जोड
Splitting - विभाजन
Spring line -- उड्डाण रेषा
Squirt – उसळून बाहेर येणे
Stand by – आपाती
Standard मानक
Standard variation -- मानक विचरण
State of equilibrium – साम्यावस्था
Stastical tool – सांख्यिकीय साधन
Sterioscopic microscope -- त्रिमितीय सूक्ष्मदर्शी
Stiff -- दुर्दम्य
Stipulated – अनुबंधित
Stirrer – रवी
Stop watch – विराम घड्याळ
Stright edge -- सरळपट्टी
Straight oil - ऋजु तैल
Subgrade - अधस्तर
Subsidence - अवतलन
Subtended – अंतरित केलेला
Superposition -- अध्यारोपण
Symmetrical - समभित
Sweat -- स्वेदन

T

Tacky – खरबरीत
Talus -- भग्नाश्म
Tare -- आभंड
Tare bay बारदान दंड
Tell tale dial -- सूचक तबकडी
Tempering water -- मृदुकरण जल
Template -- मोजपट्टी
Texture -- पोत
Thawing -- हिमद्रवण
Terrace deposit – वेदी निक्षेप
Thermal conductivity - उष्णता संवाहकता
Thermal gradient – उष्णता प्रवणता
Thermosetting - तापस्थापित पद्धत, उष्णदाब पद्धत

Thermostat - तापस्थायी
Thermostaticaliy controlled -- ताप अनुचालित नियंत्रित
Three pronged - त्रिशूली
Time interval line - वेलांतर रेषा
Timer -- वेला यंत्र
Timing – समय निर्धारण
Tongue & grooved – खोबण दात्याचा
Topography - प्रदेश वर्णन
Torque measuring meter -- परिपीडन मापक
Totallizer -- योगकर्ता
Tremmie - नसराळे
Trade name – व्यापार नाम
Trailing edge = अनुगामी कड
Tramp - अनेमी
Transformer -- रोहित्र
Transmission -- पारेषण
Turbidity meter - गढूळपणा मापी
Twin out -- विशाखन करणे

U

Under cut – तंलोछिन्न
Under drains -- आंतरनाल्या
Under writer – हमीदार
Unformed -- अरचित
Unit weight – एकक वजन

V

Vacum gauge -- निर्वात मापी
Vacum processed -- निर्वात साधित
Validity – प्रामाण्य
Varicoloured – बहुवर्णी
Vehicle dispersion – वहन विक्षेपण
Ventilation – संवातन
Visicle – छिद्र
Viscous -- श्यान
Vitreous -- काचीय
Vitrify काचीत करणे
Volume change -- आयतन परिवर्तन
Vulnerable -- भेदनीय

W

Wales – भित्तिपट्ट
Water logged -- जलरुद्ध
Water reducing -- जल घटी
Water table -- आंतर्भौम जलस्तर
Weathering resistance - अपक्षय प्रतिरोधकता
Weather proofing -- झीज प्रतिरोधकता ऋतु सहन क्रिया
Weep hole -- जल छिद्र
Well point -- नलकूप
Wood filler -- काष्टपूरक
Work sheet -- कार्यसूची

Y

Yielding – भंजन